

**Pengaruh variasi komposisi terhadap densitas dan
kekerasan pada manufaktur keramik lantai**



*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih gelar sarjana
Sains pada Jurusan Fisika Fakultas Sains
Dan Teknologi UIN Alauddin Makassar*

Oleh :

BAHTIAR

NIM : 60400112054

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR**

2016

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "*Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Densitas dan Kekerasan Pada Manufaktur Keramik lantai*", yang disusun oleh saudara **BAHTIAR**, Nim: 60400112054 Mahasiswa Jurusan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam seminar skripsi yang diselenggarakan pada hari kamis tanggal **11 agustus 2016 M**, bertepatan dengan 7 Dzulkaedah **Akhir 1437 H**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana.

Makassar, 11 agustus 2016 M
7 Dzulkaedah Akhir 1437 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin M,Ag	(.....)
Sekretaris	: Sahara, S.Si.,M.Sc.,Ph.D	(.....)
Munaqisy I	: Rahmaniah, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy II	: Fitriyanti,S.Si., M.Sc	(.....)
Munaqisy III	: Dr. Sohrah, M.Ag	(.....)
Pembimbing I	: Ihsan,S.Pd, .,M.Si.	(.....)
Pembimbing II	: Iswadi, S.Pd., M.Si.	(.....)

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin M,Ag.

6091205 199303 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “pengaruh variasi komposisi terhadap densitas dan kekerasan pada manufaktur keramik lantai” bebas plagiat, dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Samata, 04 Agustus 2016

Penulis,



Bahtiar
NIM 60400112054

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah menghantarkan segala apa yang ada dimuka bumi ini menjadi berarti. Tidak ada satupun sesuatu yang diturunkan-Nya menjadi sia-sia. Sungguh kami sangat bersyukur kepada-Mu YaaRabb. Hanya dengan kehendak-Mulah, skripsi yang berjudul **“pengaruh variasi komposisi terhadap densitas dan kekerasan pada manufaktur keramik lantai ”** ini dapat terselesaikan secara bertahap dengan baik. Shalawat dan Salam senantiasa kita haturkan kepada junjungan Nabi besar kita Rasulullah SAW sebagai satu-satunya uswah dan qudwah dalam menjalankan aktivitas keseharian di atas permukaan bumi ini. Penulis menyadari bahwas kripsi ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari segi sistematika penulisan, maupun dari segi bahasa yang termuat di dalamnya. Oleh karena itu, kritikan dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis terus menyempurnakannya.

Salah satu dari sekian banyak pertolongan-Nya adalah telah digerakkan hati sebagian hamba-Nya untuk membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan banyak ucapan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada mereka yang telah memberikan andilnya sampai skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyampaikan terima kasih yang terkhusus, teristimewa dan setulus-tulusnya kepada Ibunda tercinta (Ibu **Hadawan**) yang telah segenap hati dan jiwanya mencurahkan kasih sayang serta doanya yang tiada henti-hentinya demi kebaikan, keberhasilan dan kebahagiaan penulis, sehingga penulis bisa menjadi orang yang seperti sekarang ini.

Selain kepada kedua orang tua dan keluarga besar, penulis juga menyampaikan banyak terima kasih kepada Bapak **Ihsan, S.Pd., M.Si** selaku pembimbing I dan Bapak **Iswadi, S.Pd., M.Si** selaku pembimbing II yang dengan penuh ketulusan hati meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing, mengajarkan, mengarahkan dan memberi motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan hasil yang baik, cepat dan tepat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak dengan penuh keikhlasan dan ketulusan hati. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. Musafir Pabbabari, M.Si** sebagai Rektor UIN Alauddin Makassar periode 2015-2020 yang telah memberikan andil dalam melanjutkan pembangunan UIN Alauddin Makassar dan memberikan berbagai fasilitas guna kelancaran studi kami.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag** sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar periode 2015-2019.

3. Ibu **Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D** sebagai ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains yang selama ini berperan besar selama masa studi kami, memberikan motivasi maupun semangat serta kritik dan masukan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik..
4. Bapak **Ihsan, S.Pd., M.Si** sebagai sekertaris Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi yang selama ini membantu kami selama masa studi.
5. **Rahmaniah.,S.Si., M.Sc** selaku penguji I yang senantiasa memberikan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
6. Ibu **Fitriyanti, S.Si., M.Sc** selaku penguji II yang senantiasa memberikan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
7. Bapak **Dr. Sohrah, M.Ag** selaku penguji III yang telah senantiasa memberikan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah segenap hati dan ketulusan memberikan banyak ilmu kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Kepada Bapak **Muhtar ST**, Laboran fisika Dasar Fakultas Sains dan Teknologi yang telah segenap hati dan ketulusan memberikan banyak ilmu dan senantiasa memdoakan serta memberikan motivasi sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan skripsi i

10. Kepada Bapak kepala Laboratorium Sains Building yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium serta kepada laboran Bapak **Edi** yang juga banyak membantu dalam proses penelitian.
11. Kepada sahabat-sahabat angkatan 2012 **Dila, Hera, Ina, Arni, Kina, Ira, Ninu, Rukma, Hera, Ima, Lisa, Syahrani, Dewi, Anita, Ria, Tuti, Nia, Icha, Desi**, yang telah banyak membantu penulis selama masa studi terlebih pada masa penyusunan dan penyelesaian skripsi ini dan kepada kakak-kakak angkatan 2009, 2010, 2011, adik-adik 2013, 2014 dan 2015 yang telah berpartisipasi selama masa studi penulis.

Terlalu banyak orang yang berjasa kepada penulis selama menempuh pendidikan di UIN Alauddin Makassar sehingga tidak sempat dan tidak muat bila dicantumkan semua dalam ruang sekecil ini.

Penulis mohon maaf kepada mereka yang namanya tidak sempat tercantum dan kepada mereka semua tanpa terkecuali, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya semoga bernilai ibadah dan amal jariyah. Aamiin.

Gowa, 04 agustus 2016

Penulis,



Bahtiar
NIM.60400112054

KATA PENGANTAR.....	i-iv
DAFTAR ISI	v-vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix-x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1-7
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat penelitian	6
1.5 Batasan masalah.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8-37
2.1 Keramik	8
2.2 Material	13
2.2.1 Batok kelapa	13
2.2.2 Sabuk kelapa	17
2.2.3 Batu kapur	21
2.2.4 Tanah lempung	25
2.3 Proses sintering	31
2.4 Pengujian densitas	32

2.5 Pengujian kekerasan	34
BAB III METODE PENELITIAN	38-46
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.2 Metode pengumpulan data	38
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	38
3.4 Prosedur kerja	40
3.5 Bagan Alir Penelitian	44
3.6 Tabel Pengamatan	45
3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47-54
4.1 Hasil Penelitian	47
4.2 Pembahasan	49
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56-58
RIWAYAT HIDUP	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN	L1-L15
Lampiran 1 : Data Pengukuran kekerasan dan densitas	L1
Lampiran 2 :Hasil Analisis densitas	L2
Lampiran 3 :Dokumentasi Foto Penelitian	L5

Lampiran 4 :Dokumentasi Persuratan Melakukan Penelitian.....L34

Lampiran 5 :Dokumentasi Surat Keputusan Pembimbingan.....L39



DAFTAR TABEL

No. Tabel	UraianTabel
2.1	Sifat-sifat fisis keramik standar ISO
2.2	Kemampuan arang tempurung kelapa
2.3	Komposisi kimia tempurung kelapa
2.4	Komposisi kimia batu kapur hasil hasil pengujian dengan XR
2.5	Komposisi kimia tanah lempung
2.6	Parameter vickers dan knoop ASTM E384-99
4.4.1	Tabel pengamatan hubungan antara densitas, kekerasan dan suhu sinter



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Keramik	9
Gambar 2.2 Batok Kelapa.....	13
Gambar 2.3 Sabuk kelapa	17
Gambar 2.4 Batu kapur	21
Gambar 2.5 Tanah liat.....	25
Gambar 2.6 Metode pengujian kekerasan vickers	33
Gambar 3.1 proses pembuatan arang aktif tempurung kelapa dan abu sabuk kelapa.....	40
Gambar 3.2 proses penghalusan	41
Gambar 3.3 proses pencampuran	41
Gambar 3.4 proses penekanan sampel	42
Gambar L1 Proses penumbukkan tanah liat	L4
Gambar L2 Proses penumbukan batu kapur	L4
Gambar L3 Proses vitrifikasi abu sabuk kelapa.....	L5
Gambar L4 Proses vitrifikasi arang batok kelapa	L5
Gambar L5 pengayakan abu sabuk kelapa.....	L6
Gambar L6 Pengayakan tanah liat	L6
Gambar L7 Pengayakan arang batok kelapa.....	L6
Gambar L8 penimbangan abu sabuk kelapa	L7
Gambar L9 penimbangan batu kapur.....	L7
Gambar L10 penimbangan tanah liat	L7

Gambar L11 penimbangan arang batok kelapa.....	L7
Gambar L12 komposisi sampel bahan A	L8
Gambar L13 komposisi sampel bahan B	L8
Gambar L14 komposisi sampel bahan C	L8
Gambar L15 proses pencampuran bahan.....	L9
Gambar L16 bahan setelah pencampuran	L9
Gambar L17 proses pencetakan sampel.....	L10
Gambar L18 proses penekanan	L10
Gambar L19 hasil percetakan sampel	L11
Gambar L20 sampel sebelum pembakaran	L11
Gambar L21 proses pengovenan bahan	L12
Gambar L22 proses pembakaran bahan	L12
Gambar L23 setelah pembakaran sampel	L13
Gambar L24 pengkoncersian kekerasan vickers.....	L14
Gambar L25 penimbangan bahan setelah pembakaran untuk pengujian densitas	L14

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.4.2 hubungan antara densitas dan komposisi arang batok kelapa pada suhu sintering 800 ⁰ C	44
Grafik 4.4.3 hubungan antara densitas dan komposisi arang batok kelapa pada suhu sintering 900 ⁰ C	45
Grfik 4.4.4 Hubungan antara kekerasan vickers dengan komposisi abu sabuk kelapa pada suhu sintering 800 ⁰ C	45
Grfik 4.4.5 Hubungan antara kekerasan vickers dengan komposisi abu sabuk kelapa pada suhu sintering 900 ⁰ C	46



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Uraian Simbol
m	massa benda
v	volume benda
	massa jenis benda
Hv	kekerasan vickers
p	pembebanan
d	diagonal rata-rata
θ	sudut indenor



ABSTRAK

Nama : Bahtiar
NIM : 60400111054
Judul Skripsi : PENGARUH KOMPOSISI VARIASI TERHADAP DENSITAS DAN KEKERASAN PADA MANUFAKTUR KERAMIK LANTAI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi komposisi abu sabuk kelapa, arang batok kelapa dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan vickers keramik lantai yang di-vitrifikasi. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 1,5 cm, jari-jari 0,75 cm dan tinggi 1 cm dengan komposisi abu sabuk kelapa 50 %, 70 % dan 80 % dan komposisi arang batok kelapa 5 %, 7 % dan 10 %. Pembuatan keramik dengan campuran tanah liat, batu kapur, air dan campuran abu sabuk kelapa dan arang batok kelapa, dalam proses pengeringan dilakukan pada temperature ruangan kemudian pembakaran di dalam tanur dengan suhu 800 °C dan 900 °C selama 3 jam. Kemudian keramik diuji 2 parameter yaitu densitas dan kekerasan. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh masing-masing uji parameternya yaitu nilai densitas 1,13 gr/cm³ dan 1,69 gr/cm³ baik pada suhu 800 °C maupun pada suhu 900 °C . Nilai kekerasan pada suhu 800 °C yaitu 300 kgf/mm², 240 kgf/mm² dan 180 kgf/mm² sedangkan pada suhu 900 °C nilai kekerasan yang diperoleh yaitu 200 kgf/mm², 190 kgf/mm² dan 180 kgf/mm².

Kata kunci: *kekerasan, densitas, abu sabuk kelapa, arang batok kelapa.*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

ABSTRACT

Name : Bahtiar

Nim : 60400112054

**Essay title : EFFECT OF VARIATION COMPOSITION OF DENSITY AND
VIOLENCE IN THE MANUFACTURE OF CERAMIC FLOOR**

This study aimed to determine the effect of variations coconut husk ash composition, coconut shell charcoal and sintering temperature on the density and hardness Vickers ceramic floors in vitrification. This study uses a cylindrical specimen with a diameter of 1,5 cm, the radius 0,75 cm and haigh 1 cm with composition ash coconut 50%, 70% and 80% and composition coconut shell charcoal 5%, 7% and 10%. Manufacture of ceramic wiyh a mixture of clay, limestone, water done at temperature room based on test results obtained by each test parameter value is the density of 1,13 gr/cm³ and 1,69 gr/cm³ at temperature 800⁰C or the temperature 900⁰ C. hardness values at 800⁰C is 300 kgf/mm², 240 kgf/mm², and 180 180 kgf/mm², while at 900⁰ C obtained hardness value of 200 kgf/mm², 190 kgf/mm² and 180 kgf/mm².

Keywords : hardness, density, ash coco, coconut shell charcoal.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Istilah keramik, sesuai konteks modern, mencakup material anorganik yang sangat luas, keramik mengandung elemen nonmetalik dan metalik yang dibuat berbagai teknik manufaktur. Secara tradisional, keramik dibuat dari mineral silika, seperti lempung, yang dikeringkan dan di bakar pada temperatur 1200°C - 1800°C agar keras. Keramik berasal dari kata Yunani yaitu Keramos, yang berarti bahan yang dibakar atau material yang dibakar di tungku atau tanur. Namun demikian keramik modern seringkali dibuat dengan proses tanpa tahap pembakaran di tungku misalnya penekanan panas, sintering-reaksi, detrifikasi-gelas, dan sebagainya. Meskipun keramik kadang-kadang dikatakan memiliki karakter nonmetalik secara sederhana untuk membedakannya dari logam dan paduan ini tidak memadai lagi karena kini telah dikembangkan dan digunakan keramik dengan sifat yang luar biasa (Smallman, R.E dan Bishop, R.J. 1999 dalam Gade. M, T.T).

Dengan adanya ilmu pengetahuan dan teknologi tentang keramik, telah dapat diidentifikasi struktur dan komposisi kimia penyusunnya dan bahan pencampur lain yang dapat membuat sifat keramik lebih baik, maka dapat dihasilkan suatu produk keramik yang lebih baik pula untuk berbagai kebutuhan industri mekanik, elektronik, filter bahkan dipakai pada bidang teknologi ruang

angkasa. Keramik berpori merupakan keramik yang mempunyai pori-pori dengan distribusi ukuran tertentu dan porositas yang relatif tinggi, secara luas keramik berpori insulasi termal dan sebagai bahan bangunan. Material yang biasa digunakan sebagai bahan baku keramik berpori adalah lempung dan senyawa oksida seperti alumina (Al_2O_3), silika (SiO_2), titania (TiO_2), dan zirkonia (ZrO_2). Pada umumnya penggunaan keramik berpori dengan ukuran pori sekitar 10-800 μm sebagai penyaring, sedangkan keramik dengan ukuran pori hingga 0,1 nm sebagai membran menggunakan material dengan kandungan alumina yang tinggi karena alumina mempunyai keunggulan pada kekuatan, kekerasan dan ketahanan terhadap tekanan, panas, maupun bahan kimia.

Material keramik adalah bahan nonlogam yang biasanya berupa senyawa ikatan oksigen, karbon, nitrogen, baron, dan silikon. Keramik merupakan material yang kuat, dan keras serta tahan korosi. Sifat-sifatnya ini bersama dengan kerapatan yang rendah dan juga titik lelehnya yang tinggi, membuat keramik merupakan material struktural yang menarik. Silika atau dikenal dengan silikon dioksida merupakan material mentah yang ditemukan di alam berupa amorf dan kristal. Silika memiliki partikel-partikel yang kasar dan memberikan kontribusi yang besar pada sifat mekanik kekerasan bahan karena bahan tidak mudah lembek dan tahan terhadap penetrasi pada permukaannya (Barsoum, 1997 dalam Nurzal dan Antonio Eko Saputra.N, 2013).

Abu sabuk kelapa mempunyai komposisi kimia (dalam satuan persen berat) yang terdiri dari SiO_2 sebanyak 42,98 %, Al 2,26 %, dn Fe 1,16 %. Hasil penelitian

silika oksida yang terdapat pada abu sabuk kelapa dapat bersifat reaktif yang memungkinkan SiO_2 bereaksi secara kimia dengan Ca(OH)_2 atau kapur bebas hasil reaksi hidrasi semen dengan air. Seiring dengan semakin meningkatnya pemakaian bahan-bahan aditif dalam pembuatan keramik, maka teknologi sederhana ini dapat dijadikan suatu alternatif yang murah dan tepat guna. Pemanfaatan limbah untuk bahan konstruksi disamping akan memberikan penyelesaian terhadap permasalahan lingkungan juga akan dapat meningkatkan mutu bahan konstruksi. Satu hal yang merupakan nilai tambah dalam penggunaan limbah serta menciptakan pekerjaan. Pada umumnya, limbah abu sabuk kelapa terdiri dari unsur organik seperti serat *selulosa* dan *lignin*. Disamping itu, limbah ini juga mengandung mineral yang terdiri dari silika, alumina dan oksida besi. SiO_2 dalam abu sabuk kelapa merupakan hal yang paling penting karena dapat bereaksi dengan kapur dan air. Hal ini tidak jauh berbeda dengan komposisi abu terbang dari batu bara sehingga abu sabuk kelapa bisa digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan keramik. Pengolahan abu sabuk kelapa sangat mudah cukup dibakar dengan panas tertentu hingga membentuk abu-abu lalu disaring hingga mendapatkan abu yang benar - benar halus (Alexander, 2003 dalam Devi Maulidah,dkk,2013).

Sedangkan tempurung kelapa merupakan salah satu bahan berkualitas baik untuk dijadikan bahan baku karbon aktif. Karbon aktif adalah suatu bahan berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya serap yang baik. Pembuatan karbon aktif berlangsung dalam tiga

tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi. Aktivasi merupakan suatu proses yang menyebabkan perubahan fisik pada permukaan karbon melalui penghilangan hidrokarbon, gas-gas, dan air dari permukaan tersebut sehingga permukaan karbon semakin luas dan berpori. Sehingga akan lebih mudah menyerap zat-zat lain (T. Tiar Delimawati, 2008).

Tempurung kelapa merupakan limbah sisa pengolahan dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Tempurung kelapa mengandung silika 21-26%, lignin 35-45%, dan selulosa 23-43%, disamping komponen-komponen ini terdapat komponen lain seperti CaO , MgO , Al_2O_3 , dan NaO . Tempurung kelapa merupakan bahan terbaik yang dapat dibuat menjadi karbon aktif karena karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air yang tinggi dan reaktivitas yang tinggi, sehingga dari komposisi tempurung kelapa tersebut dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku pembuatan keramik berpori sehingga mudah menyerap zat-zat lain (Pambayun Gilar S, dkk, 2013).

Karbon aktif dapat mengabsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu. Besar absorpsi yang dilakukan karbon aktif bergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25% hingga 1000% dari berat karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat menggunakan bahan-bahan organik. Bahan baku yang umum digunakan untuk membuat karbon aktif berasal dari senyawa-senyawa organik seperti tempurung kelapa, sekam padi, tongkol jagung, serbuk gergaji, dan lain-lain. Selain itu, juga terdapat bahan baku yang berasal dari

hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah atau mineral yang diberikan perlakuan khusus untuk menghasilkan karbon aktif (Sari, ervina purnama, dkk, 2012).

Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya oleh ervina purnama sari, agus setyo budi dan esmar budi pada tahun 2012 dengan judul penelitian pengaruh aditif arang batok kelapa terhadap densitas dan porositas membran keramik berbasis zeolit dan tanah lempung dan hasil yang didapatkan bahwa penambahan aditif berupa arang batok kelapa dapat menurunkan densitas dari membran keramik. Kemudian dilanjutkan lagi oleh nurzal & okto siswanto pada tahun yang sama yaitu pada tahun 2012 dengan judul penelitian pengaruh proses *wet pressing* dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan vickers pada manufaktur keramik lantai dan hasil yang di dapatkan menunjukkan bahwa kondisi optimal densitas dan kekerasan vickers terjadi pada spesimen (50% berat *fly ash vitrifikasi* + 40 % berat *clay* + 10% berat batu kapur) pada tekanan 120 MPa dan suhu sinter 1150⁰C, yaitu densitas sebesar 3,52 gr/cm³, kekerasan vickers sebesar 6,98 Kg/mm². Kemudian dilanjutkan lagi oleh nurzal dan antonio eko saputra pada tahun 2013 dengan judul penelitian pengaruh komposisi *fly ash* dan suhu sinter terhadap kekerasan pada manufaktur keramik lantai dan hasil yang di peroleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi optimal kekerasan vickers terjadi pada spesimen (50 % berat *fly ash vitrifikasi* + 40 % berat *clay* + 10% berat batu kapur) pada tekanan 120 MPa dan suhu sinter 1150 ⁰C, yaitu sebesar 11.006 Kg/mm².

Keramik merupakan salah satu jenis material teknik yang terus menerus dikembangkan, yang merupakan prospek cerah dalam pengembangan dibidang

teknik. Produk keramik telah banyak diaplikasikan dibidang teknik terutama dipermesinan seperti alat potong, nosel, katup, turbin, ball bearing. Keunggulan keramik secara umum adalah titik cair tinggi, tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap gesekan, tahan korosi, daya hantar panas rendah, densitas relatif rendah dan koefisien muai panas rendah (Barsoum, 1997 dalam Muh. amin dan Bagus Irawan, 2010).

Dari uraian diatas maka akan dilaksanakan penelitian ini yang berjudul pengaruh variasi komposisi terhadap densitas dan kekerasan pada manufaktur keramik lantai.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh terhadap penambahan variasi komposisi abu sabuk kelapa, arang batok kelapa dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan vickers keramik lantai yang di *vitrifikasi* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi komposisi abu sabuk kelapa, arang batok kelapa dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan vickers keramik lantai yang di *vitrifikasi*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian menggunakan abu sabuk kelapa agar dapat memberi informasi kepada rumah makan untuk tidak membuang abu batok kelapa begitu saja karna dapat juga mencemari lingkungan sekitar. Selain itu sabuk kelapa mempunyai nilai ekonomis yang tinggi untuk meningkatkan pendapatan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini mengamati tentang pembentukan keramik yang terbuat dari bahan abu sabuk kelapa, arang batok kelapa, tanah lempung dan batu kapur yang di tinjau dari dua aspek seperti densitas dan kekerasan dengan pengujian dilakukan pada spesimen yang disinter pada suhu 800°C dan 900°C .



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keramik

Keramik merupakan salah satu contoh produk industri yang banyak digunakan dalam kebutuhan rumah tangga, industri mekanik, elektronika, penyangkai bahkan dipakai pada bidang teknologi ruang angkasa. Bahan keramik terbuat dari bahan baku yang berbentuk butiran dan mengalami proses pencampuran, pengeringan, pembakaran dan sintering. Pembuatan keramik dengan cara baru telah dilakukan melalui proses pembuatan yang terkendali pada sifat-sifat khas fungsional dalam elektromagnetik, mekanik, optik, termal, biokimia dan sifat lainnya. Kekuatan dan kekerasan dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk butiran serta jenis dan fasa batas, temperatur pembakaran, model pembentukan dan sejenisnya (Sihite, Debora Rospita, 2008).

Proses pembuatan keramik secara umum dibutuhkan empat bagian penyusun tertentu, yakni bahan untuk badan, bahan untuk glasir, bahan pembantu dan bahan *utility*. Bahan-bahan yang digunakan adalah berupa batuan dengan kandungan mineral tertentu. Mineral inilah yang memberikan gambaran tentang bahan yang akan digunakan, mineral-mineral yang terbentuk, serta sifat-sifat setelah dibakar. Komposisi bahan penyusun keramik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sifat-sifat keramik. Kegagalan produk keramik diakibatkan karena bahan mentah yang kasar antara bahan utama dan bahan

campuran, sehingga kondisi ini menyebabkan terjadi kerusakan atau pecah ketika pengeringan atau pembakaran (Puspitasari Delvita, 2013).



Gambar.2.1 Keramik

Sumber : [www. gambar+keramik+lantai&client=firefox-a&rls=org.hargakeramik-lantai-terbaru.com](http://www.gambar+keramik+lantai&client=firefox-a&rls=org.hargakeramik-lantai-terbaru.com)

Keramik adalah campuran padat yang dibentuk dari aplikasi panas dan tekanan, berisikan sedikitnya sebuah logam dan nonlogam atau kombinasi sekurang-kurangnya dua unsur nonlogam. Material keramik adalah bahan nonlogam yang biasanya berupa senyawa ikatan oksigen, karbon, nitrogen, baron, dan silikon. Keramik merupakan material yang kuat, dan keras serta tahan korosi. Sifat-sifatnya ini bersama dengan kerapatan yang rendah dan juga titik lelehnya yang tinggi, membuat keramik merupakan material struktural yang menarik. Silika atau dikenal dengan silikon dioksida merupakan material mentah yang ditemukan di alam berupa amorf dan kristal. Silika memiliki partikel-partikel yang kasar dan memberikan kontribusi yang besar pada sifat mekanik kekerasan bahan karena bahan tidak mudah

lembek dan tahan terhadap penetrasi pada permukaannya (Barsoum, 1997 dalam Nurzal dan Antonio Eko Saputra.N, 2013).

Secara rinci sifat sifat fisis keramik konvensional ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisis keramik standar ISO

variabel	Keramik alumina tinggi	Standar iso 6474 alumina
Kandungan (% berat)	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 99,8$	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 99,5$
Rapatan (gram/cm^3)	$>3,98$	$>3,90$
Ukuran butir (micron)	3-6	<7
kekasaran	0,02	-
Kekerasan (Vickers)	2300	>2000
Kuat tekan (MPa)	4500	-
Kuat tekuk (MPa)	550	400
Modulus young (GPa)	380	-

Ubin lantai keramik dalam Standar Nasional Industri (SNI) mutu dan cara uji ubin lantai keramik ini adalah ubin yang dibuat dari bahan baku keramik tunggal atau campuran, dibakar pada suhu tinggi, mempunyai ketebalan antara 0,70 - 2,00 cm berpermukaan keras, rata atau bertekstur, berglasir atau tidak berglasir dan digunakan untuk lantai atau melapisi lantai (SNI 03-0106-1987).

Keramik adalah salah satu pilihan untuk memenuhi kebutuhan membran yang mempunyai sifat tertentu yang lebih baik karena keramik mempunyai sifat-sifat yang baik seperti tahan terhadap temperatur tinggi, tahan secara kimia, keras, dan kaku. Penelitian dan penggunaan membran keramik dalam teknologi pemisahan masih relatif baru dan berkembang sangat pesat pada beberapa tahun terakhir. Pada

membran keramik susunan, bentuk, dan ukuran pori menjadi kunci karakterisasi membran karena membran keramik tersebut dibuat dari material yang berupa butiran-butiran partikel melalui proses penyiapan serbuk material keramik, pengcampuran, pencetakan, pengeringan dan *sintering*, dimana setiap proses sangat mempengaruhi kualitas membran yang dihasilkan (Sandra K arina Okky, dkk, 2014).

Pada dasarnya keramik terbagi dalam 2 kategori :

1. Keramik tradisional yaitu keramik yang dibuat dengan menggunakan bahan alam. Keramik tradisional tersusun atas 3 komponen dasar, yaitu tanah lempung atau tanah liat, feldspar dan silika. Keramik ini menggunakan bahan-bahan amorf (tanpa diolah) yang termasuk keramik tradisional adalah barang pecah belah, keperluan rumah tangga dan industri.
2. Keramik teknologi adalah keramik yang dibuat dengan menggunakan oksida-oksida logam atau logam seperti Al_2O_3 , ZrO_2 dan MgO . Penggunaannya sebagai elemen panas, semi konduktor, komponen turbin dan pada bidang medis (Puspitasari Delvita, 2013).

Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah tanah lempung, silika dan batu kapur. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan diperoleh. Secara umum strukturnya sangat rumit dengan sedikit elektron-elektron bebas, sebagian besar bahan keramik secara kelistrikan bukan merupakan konduktor dan juga menjadi konduktor panas yang tidak bagus. Disamping itu keramik mempunyai sifat rapuh, keras dan kaku. Keramik secara

umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya. Sifat keporian dari bahan yang digunakan secara luas sebagai bahan penyerapan dalam proses industri untuk menghilangkan sejumlah pengotor, terutama yang berhubungan dengan zat warna, pengolahan limbah, pemurnian air, obat-obatan dan lain-lain (Sihite, Debora Rospita, 2008).

Bahan keramik mempunyai karakteristik yaitu merupakan senyawa antara logam dan bukan logam. Senyawa ini mempunyai ikatan ionik dan ikatan kovalen jadi sifat-sifatnya berbeda dengan logam. Biasanya merupakan isolator, tembus cahaya (bening), tidak dapat diubah bentuknya dan sangat stabil dalam lingkungan yang sangat berat. Perbandingan fasa keramik dan bukan keramik. Kebanyakan fasa keramik mempunyai struktur kristalin. Ikatan ionik menyebabkan bahan keramik mempunyai stabilitas yang relatif tinggi. Sebagai kelompok bahan, keramik mempunyai titik cair yang tinggi dibandingkan dengan logam atau bahan organik. Biasanya lebih keras dan tahan terhadap perubahan-perubahan kimia. Keramik padat biasanya merupakan isolator sebagaimana pula halnya dengan bahan organik. Pada suhu tinggi dengan energi termal yang lebih tinggi, keramik dapat menghantar listrik meskipun daya hantarnya lebih rendah dibandingkan dengan logam. Karena tidak memiliki elektron bebas, kebanyakan bahan keramik tembus cahaya (bening) dan merupakan penghantar panas yang buruk (Nurzal dan Okto Siswanto, 2012).

2.2. Material

2.2.1 Batok kelapa



Gambar 2.2 : batok kelapa
Sumber : dokumentasi pribadi

Arang batok kelapa sebagai absorben dapat menyerap substansi terlarut kedalam porinya. Ada banyak material yang digunakan sebagai absorben tapi karbon adalah pilihan yang tepat untuk pengolahan air karena dapat menghilangkan range yang luas zat pencemar. Karbon aktif mempunyai banyak kapiler dalam partikel dan absorpsi termasuk permukaan dari pori-pori didalam penambahan permukaan luar. Pada absorpsi kimia, reaksi kimia terjadi antara padatan dan *solute* yang diserap dan reaksi selalu tidak terbalik. Karbon aktif banyak terbuat dari material seperti kayu, serbuk gergaji, biji buah dan batok kelapa, batu bara. Pembentukan karbon aktif ini terdiri dari karbonisasi dari padatan diikuti aktivasi menggunakan uap panas. Secara umum bahwa arang tempurug kelapa yang paling efektif untuk menyerap logam berat adalah arang yang telah diaktivasi dan ditambahkan ZnCl_2 . Selain untuk logam berat

arang tempurung kelapa juga baik diterapkan dalam pengolahan limbah air industri dan dalam pengolahan emas (Jannatin Raditya Derifa, Dkk, T.T).

Kemampuan tempurung kelapa untuk menyerap logam berat Pb, Fe, dan Cu yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 kemampuan arang tempurung kelapa

Absorben	Pb (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)
1 kg arang tempurung kelapa	35,8	15,5	13,8
1 kg arang tempurung kelapa (Aktivasi)	56,3	43,8	39,9
1 kg arang tempurung kelapa (Aktivasi + ZnCl_2)	72,3	36,1	52,7

Sumber : Hardoko IQ, 2006 dalam jurnal Jannatin Raditya Derifa, Dkk, T.T.

Tempurung kelapa pada dasarnya mengandung unsur-unsur kimia seperti karbon, hidrogen dan nitrogen disamping unsur-unsur mineral seperti kalium, kalsium dan magnesium. Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabuk dengan ketebalan berkisar antara 3–6 mm. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tetapi mempunyai kadar *lignin* yang lebih tinggi dan kadar *selulosa* lebih rendah dengan kadar air sekitar enam sampai sembilan persen (dihitung berdasarkan berat kering) dan terutama tersusun dari *lignin*, *selulosa* dan *hemiselulosa*. Data komposisi kimia tempurung kelapa disajikan pada tabel 2.3 (indah Suryani, dkk, 2012).

Tabel 2.3 Komposisi kimia tempurung kelapa

Komponen	Persentase(%)
Lignin	29,4
Abu	0,6
Nitrogen	0,1
Air	8,0

sumber : indah Suryani, dkk, 2012

Arang aktif merupakan senyawa karbon amorf, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Arang aktif akan dibuat dari arang tempurung kelapa. Adapun langkah yang pertama membuat arang aktif dari tempurung kelapa adalah, membuat arang tempurung kelapa dengan membersihkan tempurung kelapa terlebih dahulu dari bahan-bahan pengotor seperti tanah, kerikil. Kemudian mengeringkannya dibawah sinar matahari, selanjutnya membakar tempurung kering pada drum atau bak. Selanjutnya melakukan pencucian dengan air bersih hingga kotoran atau bahan ikutan dapat dipisahkan. Arang aktif basah dihindarkan pada rak dengan suhu kamar untuk ditiriskan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C dan ditanur pada suhu 800°C selama 3 jam.

Menurut (Jamilatun siti, dkk, 2014) Suhu aktivasi mempengaruhi kualitas karbon aktif yang terbentuk. Dari uji kualitas karbon aktif yang dilakukan, kualitas karbon aktif yang terbaik diperoleh pada suhu 800°C dengan kadar air 1,3 %, kadar abu 0,60 % memenuhi standar SII 0258-79 dan memiliki daya serap terhadap kadar ion sebesar 580,0 mg/g proses aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Karbon aktif memiliki luas permukaan berkisar antara $300\text{-}2000\text{ m}^2/\text{gram}$ dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif memiliki sifat sebagai absorben. Karbon aktif dapat mengabsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu. Besar absorpsi yang dilakukan karbon aktif bergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25% hingga 1000% berat karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat menggunakan bahan-bahan organik. Bahan baku yang umum digunakan untuk membuat karbon aktif berasal dari senyawa-senyawa organik seperti tempurung kelapa, sekam padi, tongkol jagung, serbuk gergaji, dan lain-lain. Selain itu, juga terdapat bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah atau mineral yang diberikan perlakuan khusus untuk menghasilkan karbon aktif (Salamah, 2008).

2.2.2 Sabuk Kelapa



Gambar.2.3 sabuk kelapa
Sumber : www.trubus-online.co.id

Sabuk kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri atas serabut 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, dan air buah 25%. Adapun sabuk kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Salah satu cara mendapatkan serat dari sabuk kelapa yaitu dengan ekstraksi menggunakan mesin. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serabut berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gram serabut yang diabstrasikan diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12 bagian. Dari segi teknis sabuk kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain (Suhardiyono, 1999 dalam Wahyudi, tri dkk T.T).

(Alexander, 2003 dalam Devi Maulidah,dkk, 2013) telah melakukan pengujian mengenai abu sabuk kelapa dan memperoleh komposisi senyawa (dalam

satuan persen berat) yang terdiri dari SiO_2 sebanyak 42,98 %, Al 2,26 %, dan Fe 1,16 %. Hasil penelitian silika oksida yang terdapat pada abu sabuk kelapa dapat bersifat reaktif yang memungkinkan SiO_2 bereaksi secara kimia dengan Ca(OH)_2 atau kapur bebas hasil reaksi hidrasi semen dengan air. Seiring dengan semakin meningkatnya pemakaian bahan-bahan aditif dalam pembuatan beton, maka teknologi sederhana ini dapat dijadikan suatu alternatif yang murah dan tepat guna. Pemanfaatan limbah untuk bahan konstruksi disamping akan memberikan penyelesaian terhadap permasalahan lingkungan juga akan dapat meningkatkan mutu bahan konstruksi. Satu hal yang merupakan nilai tambah dalam penggunaan limbah serta menciptakan pekerjaan. Pada umumnya, limbah abu sabuk kelapa terdiri dari unsur organik seperti serat *selulosa* dan *lignin*. Disamping itu, limbah ini juga mengandung mineral yang terdiri dari silika, alumina dan oksida-oksida besi. SiO_2 dalam abu sabuk kelapa merupakan hal yang paling penting karena dapat bereaksi dengan kapur dan air. Hal ini tidak jauh berbeda dengan komposisi abu terbang dari batu bara sehingga abu sabuk kelapa bisa digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Pengolahan abu sabuk kelapa sangat mudah. Cukup dibakar dengan panas tertentu hingga membentuk abu-abu lalu disaring hingga mendapatkan abu yang benar-benar halus.

Jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan

keselamatan hayati. Dengan pemanfaatan limbah berarti memberikan nilai tambah pada limbah yang semula bernilai kurang berarti menjadi bahan mempunyai nilai tambah. Tidak selamanya limbah terbuang percuma tetapi tidak sembarang limbah bisa dijadikan bahan untuk konstruksi. Limbah tidak mengandung bahan yang bisa mengganggu kesehatan, dan unsur-unsur yang dikandungnya tidak menimbulkan reaksi yang bertentangan dengan semen sebagai bahan perekat.

Melalui pembuatan keramik dari arang batok dan abu sabuk kelapa diharapkan terjadi peningkatan nilai tambah dari limbah arang batok dan abu sabuk kelapa sehingga limbah tersebut tidak terbuang sia-sia. Sebagai manusia hendaklah kita mensyukuri nikmat Allah SWT yang telah diberikan termasuk adanya tanaman pohon kelapa yang tumbuh di muka bumi ini yang ternyata sangat bermanfaat bagi umat manusia sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surah Ali-Imran Ayat 191 yang berbunyi :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ
النَّارِ ﴿١٩١﴾

Terjemahnya :

(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, maha Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka (Q.S Ali-Imran :191).

Menurut tafsir Ibnu Katsir (2007:390-391), orang-orang yang mendalam pemikirannya dan berpikir tajam (Ulul Albab), akan berpikir bahwa Allah tidak menciptakannya dengan sia-sia, tetapi dengan hak. Mereka (Ulul Albab) menyucikan Allah dari perbuatan sia-sia dan penciptaan yang bathil dengan berkata :” *Maha Suci Engkau*”, yakni dari menciptakan sesuatu yang sia-sia. Allah menciptakan segala makhluk dengan sungguh-sungguh dan adil.

Hukum-hukum alam yang melahirkan kebiasaan-kebiasaan, pada hakikatnya ditetapkan dan diatur Allah SWT yang maha penguasa dan maha pengolah sesuatu. Hakikat ini kembali diterapkan pada Qs Ali-Imran ayat 191, dan salah satu bukti kebenaran hal tersebut adalah mengundang manusia untuk berfikir karena sesungguhnya dalam penciptaan yakni kejadian benda-benda angkasa seperti matahari, bulan dan jutaan gugusan bintang-bintang yang terdapat dilangit atau dalam pengaturan sistem kerja langit yang sangat teliti serta kejadian dan perputaran bumi dan prosesnya dan melahirkan silih berganti malam dan siang perbedaannya baik dari masa maupun dalam waktu yang panjang dan pendek terdapat tanda-tanda kemaha kuasaan Allah SWT bagi Ulul Albab yaitu orang-orang yang memiliki akal murni yang terus menerus mengingat Allah dengan ucapan dan hati dalam seluruh situasi dan kondisi saat bekerja atau istirahat sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring ataupun dan mereka memikirkan tentang penciptaan, yaitu kejadian sistem kerja langit dan bumi dan setelah itu berkata sebagai kesimpulan: “ Tuhan kami tidaklah engkau menciptakan alam raya dan segala isinya ini dengan sia-sia tanpa tujuan yang hak. Apa yang kami alami, lihat atau dengar dari kebutuhan atau

kekurangan. Maha suci engkau dari semua itu jika merujuk pada surah Ali-Imran ayat 191 diatas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT dialam semesta ini tidak ada yang sia-sia maka sampah dan limbah memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan manusia.

Dalam al-Qur'an banyak terdapat ayat-ayat yang menyerukan manusia untuk memperhatikan, merenung dan memikirkan penciptaan Allah SWT baik yang dilangit, bumi maupun diantara keduanya. Diantara ayat-ayat yang menerangkan tentang hal tersebut yaitu Q.S Ali imran ayat 191 yang mendefenisikan orang-orang yang mendalam pemahamannya dan berpikir tajam (ulul albab), yaitu orang-orang yang berakal, orang-orang yang mau menggunakan pikirannya, mengambil faedah, hidayah dan menggambarkan keagungan Allah SWT. Pada ayat ini Allah SWT berfirman "*Ya Tuhan kami, maha Engkau menciptakan ini dengan sia-sia,. Ayat ini menjelaskan tentang keesaan tuhan sang pencipta dan menyatakan bahwa apabila manusia memikirkan dengan cermat dan menggunakan akal nya terkait dengan proses penciptaan langit dan bumi maka ia akan menemukan tanda-tanda jelas atas kekuasaan Allah SWT. Dan apabila manusia berpikir tentang manfaat dari tanah liat yang sering digunakan dalam pembuatan keramik maka ia akan mengakui tentang kebijaksanaan dan keagungan ciptaan-Nya.*

2.2.3 Batu Kapur



Gambar.2.4 batu kapur
Sumber : www.wordpress.com

Salah satu batuan sedimen yang paling banyak ditemui adalah batuan kapur. *Limestone* merupakan istilah yang digunakan untuk batuan karbonat/fosil yang terbentuk secara pokok terdiri dari kalsium karbonat atau kombinasi dari kalsium dan magnesium karbonat dengan variasi sejumlah impuritas yang terbanyak adalah silika dan alumina. Sedangkan *lime* tidak terlalu bervariasi dibandingkan *limestone*, merupakan hasil kalsinasi atau dibakar dalam bentuk *limestone*, yang lebih dikenal atau populer sebagai *qucklime* atau *hydrated lime*. Proses kalsinasi memaksa keluar karbon dioksida dari batuan, membentuk kalsium oksida (Bonyton, 1980 dalam Arifin Zaenal, dkk, 2012).

Batu kapur merupakan salah satu potensi batuan yang banyak terdapat di Indonesia. Pegunungan kapur di Indonesia menyebar dari barat ke timur. Ketersediaan batuan kapur yang melimpah dapat dikatakan 3,5-4% elemen di bumi adalah kalsium, dan 2% terdiri dari magnesium. Dari keseluruhan ketersediaan

kalsium menempati urutan kelima setelah oksigen, silika, alumunium, dan besi. Ketersediaan batuan kapur yang melimpah ini merupakan potensi yang besar terhadap pengembangan industri lebih lanjut. Dalam pengujian XRF yang telah dilakukan diketahui tingkat kemurnian dari batu kapur yaitu dengan hasil pengujian dari batu kapur dengan menggunakan XRF tipe Minipal 4 buatan Philips ditunjukkan pada tabel 2.4 sebagai berikut ini (H. Sahriar Nuraulia, 2010).

Tabel 2.4 Komposisi kimia batu kapur hasil pengujian dengan XRF

No	komposisi kimia (% Wt)
1	Ca (92,1)
2	Fe (2,38)
3	Mg (0,9)
4	Si (3,0)
5	In (1,4)
6	Ti (0,14)
7	Mn (0,03)
8	Lu (0,14)

Sumber : Arifin, 2010 dalam H, Sahriar Nuraulia, 2010.

Batu kapur (CaCO_3) adalah sebuah batuan sedimen terdiri dari mineral *calcite* (kalsium carbonate), digunakan sebagai bahan pelebur serta pembentuk suatu ikatan sehingga bahan ini dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi lempung (Nurzal dan Okto siswanto, 2012).

Pemanfaatan batu dalam kehidupan sehari – hari telah banyak diaplikasikan khususnya dalam kegiatan pembangunan. Batu merupakan salah satu bukti kekuasaan

Allah SWT kepada hamba-Nya untuk dipergunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Olehnya itu, perlu pengkajian atau penelitian lebih jauh tentang pemanfaatan batu bagi manusia. Dijelaskan bahwa salah satu surah yang erat kaitannya dengan pemanfaatan batu yakni pada surah Al Fajr ayat 9, seperti yang tertera di bawah ini :

وَتَمُودَ الَّذِينَ جَابُوا الصَّخْرَ بِالْوَادِ

Terjemahnya :

dan kaum Tsamud yang memotong batu-batu besar di lembah(Q.S Al Fajr ayat 9).

Menurut M. Quraish shihab dalam tafsir Al mishbah (2002:248-251), Dari ayat diatas menjelaskan “dan lihat juga kaum tsamud umat nabi Hud as. yang memotong batu-batu besar di lembah guna menjadikannya istana-istana tempat tinggal dan memahatnya sehingga menghasilkan relief-relief di dinding-dinding istana kediaman mereka, dan juga lihatlah kaum fir’aun yang mempunyai pasak-pasak yakni piramid-piramid yang terdiri dari batu-batu yang tersusun rapi dan kokoh tertancap di bumi atau tentara-tentara yang dijadikannya bagaikan pasak guna mengukuhkan kekuasaanya yang ke semuanya.

Ayat tersebut menjelaskan bagaimana Allah menciptakan batu yang dapat bermanfaat bagi manusia yang dapat digunakan untuk mendirikan bangunan tetapi Allah juga dapat mengambilnya atas kesewenangan yang akhirnya menimbulkan kerusakan sehingga para pelaku semakin dijungkir balikkan nilai-nilai luhur karena ingin mempertahankan diri dari kekuasaan dan akan lahir aneka kegiatan yang

memporak-porandakan negeri dan nilai-nilai kemanusiaan. Memang revolusi sosial sering kali menghasilkan pengrusakan dan kekejaman yang berada diluar nilai-nilai kemanusiaan dan yang menghancurkan leburkan hasil pembangunan bahkan menghancurkan peradaban suatu bangsa. Kaum tsamud dinilai merupakan masyarakat pertama yang membangun perumahan dibawah tanah atau didalam celah gunung-gunung, serta yang berhasil memahat batu dan marmar keberhasilan kaum tsamud membangun dunia dengan aneka peradaban.

Memiliki kekayaan alam yang berlimpah seperti batu yang dapat dimanfaatkan sebagai produk kerajinan dengan bentuk yang sangat beragam, kreatif, inovatif, dan selalu berkembang mengikuti kebutuhan dan perkembangan teknologi. Proses awal yang dikerjakan dengan baik, akan menghasilkan produk yang baik juga. Demikian sebaliknya, kesalahan di tahapan awal proses akan menghasilkan produk yang kurang baik juga.

2.2.4 Tanah Lempung



Gambar.2.5 tanah lempung
Sumber :www.wordpress.com

Material yang sering digunakan dalam pembuatan keramik adalah tanah lempung, partikel halus yang berupa aluminium silika hidrat bersifat plastis ketika dicampur dengan air. Tanah lempung atau tanah liat merupakan mineral yang terbentuk dari batuan sedimen yang tersusun atas kelompok alumina silika seperti Al, Fe, Mg, dan Si. Tanah lempung menjadi keras dan kaku dalam keadaan kering, dan bersifat plastis dan lengket ketika terkena air, serta bersifat *vitreous* bila dibakar pada temperatur yang tinggi. Lempung terdiri dari beberapa jenis, yaitu tanah lempung bola, tanah lempung api, kaolin, dan batu bata tanah lempung. Tanah lempung bola umumnya digunakan dalam pembuatan keramik putih karena memiliki plastis yang tinggi. Tanah lempung api biasa digunakan dalam pembuatan refraktori dan bahan tahan panas. Bahan ini memiliki kandungan mineral kaolin dan sedikit kuarsa (silika). Selain itu, bahan ini bersifat lunak dan tahan terhadap suhu tinggi di atas 1500°C (Sari, ervina purnama, dkk, 2012).

Tanah liat atau lempung merupakan bahan dasar yang dipakai dalam pembuatan keramik, dimana kegunaannya sangat menguntungkan bagi manusia karena bahannya yang mudah didapat dan pemakaiannya yang sangat luas. Kira-kira 70 % atau 80 % dari kulit bumi terdiri dari batuan yang merupakan sumber tanah lempung. Tanah lempung banyak ditemukan di areal pertanian terutama persawahan. Dilihat dari sudut ilmu kimia, tanah lempung termasuk hidrosilikat alumina dan dalam keadaan murni mempunyai rumus kimia $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Tanah liat memiliki sifat-sifat yang khas yaitu bila dalam keadaan basah akan mempunyai sifat

plastis tetapi bila dalam keadaan kering akan menjadi keras, sedangkan bila dibakar akan menjadi padat dan kuat. Pada umumnya, masyarakat memanfaatkan tanah lempung ini sebagai bahan baku pembuatan keramik, bata dan gerabah. Tanah lempung memiliki komposisi kimia sebagai berikut:

Tabel 2.5 Komposisi kimia tanah lempung

No	Unsur Kimia	Jumlah (%)
1	SiO ₂	59,14
2	Al ₂ O ₃	15,34
3	Fe ₂ O ₃ +FeO	6,88
4	CaO	5,08
5	Na ₂ O	3,84
6	MgO	3,49
7	K ₂ O	1,13
8	H ₂ O	1,15
9	TiO ₂	1,05
10	Lain-lain	2,9

Sumber : <http://axzx.blogspot.com>

Semua mineral tanah liat memiliki sifat plastis dan mudah dicetak untuk butir dan serta pada saat basah, sifat plastisitas dan kemampuan kerja dari lempung kebanyakan dipengaruhi oleh kondisi fisik, kaku setelah dikeringkan, *vitreous* (bersifat kaca) setelah dipanaskan pada temperatur yang sesuai.

Pada umumnya ada 2 jenis tanah liat yaitu :

1. Tanah lempung bola, ini digunakan pada keramik putih karena memiliki plastisitas tinggi dengan tegangan patah tinggi serta tidak pernah digunakan sendiri.

Tanah liat jenis ini disebut tanah liat sedimen memiliki butir halus dan berwarna abu-abu.

2. Tanah lempung api, jenis tanah ini biasanya berwarna terang ke abu-abu gelap menuju hitam. Tanah lempung api diperoleh dalam bentuk bongkahan yang menggumpal dan padat. Tanah jenis ini tahan dibakar pada suhu tinggi tanpa mengubah bentuknya. Ada 3 jenis Tanah lempung api, yaitu *flin fire clay* yang memiliki struktur kuat, *plastis fire clay* yang memiliki kemampuan kerja yang baik, serta *high alumina clay* yang sering digunakan sebagai refraktori dan bahan tahan api (Puspitasari Delvita, 2013).

Pemanfaatan tanah liat bagi manusia dituntut untuk mempelajari sesuatu agar dimanfaatkan untuk kemaslahatan umat. Sebagaimana dalam firman Allah pada Surah Al Qashash ayat 38, bahwa perlunya kita memahami atau mempelajari kekuasaan Allah SWT yakni sebagai berikut :

وَقَالَ فِرْعَوْنُ يَتَأَيَّهَا الْمَلَأُ مَا عَلِمْتُ لَكُمْ مِنْ إِلَهٍ غَيْرِي فَأَوْقَدْ
لِي يَنْهَمْنِ عَلَى الطِّينِ فَأَجْعَلْ لِي صَرْحًا لَعَلِّي أَطَّلِعُ إِلَى إِلَهِ مُوسَى
وَإِنِّي لَأَظُنُّهُ مِنَ الْكَاذِبِينَ ﴿٣٨﴾

Terjemahnya :

Dan berkata Fir'aun: "Hai pembesar kaumku, aku tidak mengetahui tuhan bagimu selain aku. Maka bakarlah hai Haman untukku tanah liat kemudian buatlah untukku bangunan yang tinggi supaya aku dapat naik melihat Tuhan Musa, dan sesungguhnya aku benar-benar yakin bahwa dia termasuk orang-orang pendusta."(Q.S Al Qashash ayat 38).

Menurut M. Quraish shihab dalam tafsir Al mishbah (2002:349-351), ayat diatas menyatakan: dan berkata fir'aun sambil memuji orang-orang yang mendengarnya bahwa: “hai pembesar-pembesar masyarakat mesir aku tidak mengetahui buat kamu semua satu tuhanpun selain aku. Guna mengetahui kebenaran atau kebohongan musa yang menyatakan ada tuhan pemelihara alam raya, maka bakarlah untuk tanah liat untuk menjadi bahan bangunan. Memang langkah pertama membangun adalah mempersiapkan bahan bangunan dan bahan yang banyak adalah batu bata dan ini diperoleh melalui pembakaran tanah liat. Dengan demikian perintah untuk membakar tanah liat berarti perintah untuk segera melangkah mempersiapkan segala sesuatu untuk pembangunan.

Memaknai hidup dan kehidupan dalam hubungannya dengan berbagai hal karena alam itu terus hidup selama masih ada kehidupan. Untuk itu perlu diungkap & sampai terungkap, untuk memahami dan memaknai serta memanfaatkan sebesar-besarnya bagi kepentingan umum dan kemanusiaan serta perkembangan ilmu pengetahuan dan kehidupan serta kedamaian. Lempung atau tanah liat adalah bahan baku dalam pembuatan batu bata dan keramik yang mempunyai sifat plastis dan mudah dibentuk dalam keadaan basah (lembab). Pada umumnya tanah liat memiliki karakter yang tidak menentu dan tidak memperlihatkan sesuatu yang alami seperti yang dimiliki batu dan kayu. Sehingga lempung dapat dipergunakan untuk keperluan yang luas dan tidak terbatas, misalnya untuk bangunan, tembok pembatas pekarangan, perabotan rumah tangga, tempat makan dan minum. Selain sebagai

bahan baku untuk batu bata dan keramik, lempung dan berbagai oksida logam dan bahan senyawa anorganik dan nonlogam lainnya merupakan pula bahan baku pelapis pewarna produk keramik.

Tanah liat atau lempung merupakan jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis. lempung sebagian besar terdiri dari partikel *mikroskopis* dan *submikroskopis* yang berbentuk lempengan pipih dan mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Partikel ini biasanya berukuran lebih kecil dari 2 μm dan umumnya mengandung Aluminium Silika, Magnesium dan dapat juga mengandung zat besi. Partikel tanah liat mempunyai hidroksil (OH) yang berada pada permukaannya.

Sifat khas dari tanah lempung adalah :

- Dalam campuran dengan sejumlah air membentuk massa yang plastis yang dapat dibentuk dengan banyak cara.
- Bila air diuapkan, benda yang terbuat dari lempung akan menjadi keras atau padat dengan kadar air lebih kecil dari 8% dan menjadi rapuh bila kadar airnya nol (Nurzal dan Antonio Eko Saputra.N, 2013).

2.3 Proses *Sintering*

Sintering adalah proses pemadatan dari sekumpulan serbuk pada temperatur tinggi, mendekati titik leburnya, sehingga terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir (*grain growth*), peningkatan densitas, dan penyusutan volume. *Sintering* merupakan

tahapan pembuatan keramik yang sangat penting dan menentukan sifat-sifat keramik yang dihasilkan. Pada keramik yang sedang dibentuk atau dicetak, masih dalam kondisi yang rapuh, keadaan yang demikian disebut *green body*. Butiran-butiran *green body* masih belum saling mengikat satu dengan yang lainnya baik secara kimia maupun fisika, sehingga butiran tersebut mudah terlepas antara satu dengan yang lainnya. Supaya terjadi ikatan yang kuat perlu dilakukan suatu proses pembakaran pada suhu tertentu tergantung dari jenis materialnya. Sehingga setelah proses pembakaran butiran-butiran tersebut akan saling menyatu dan mengikat dengan kuat baik secara kimia maupun fisika. Faktor yang menentukan proses dan mekanisme *sintering* antara lain jenis bahan, komposisi, bahan pengotor dan ukuran partikel. Proses *sintering* dapat berlangsung apabila adanya transfer materi diantara butiran (proses difus) dan adanya sumber energi yang dapat mengaktifkan transfer materi yang berguna dalam menggerakkan butiran hingga terjadi kontak dan ikatan yang sempurna. Proses difus tersebut akan memberikan efek terhadap perubahan sifat fisis bahan setelah *sintering*, diantaranya densitas, porositas, serta penyusutan dan pembesaran butiran (Kiswanto Heri, 2011).

Proses *sintering* fase padat terbagi menjadi tiga padatan, yaitu:

1. Tahap awal

Pada tahap awal ini terbentuk ikatan atomik. Kontak antar partikel membentuk leher yang tumbuh menjadi batas butir antar partikel. Pertumbuhan akan menjadi semakin cepat dengan adanya kenaikan suhu *sintering*. Pada tahap ini

penyusutan juga terjadi akibat permukaan porositas menjadi halus. Penyusutan yang tidak merata menyebabkan keretakan pada sampel.

2. Tahap menengah

Pada tahap kedua terjadi desifikasi dan pertumbuhan partikel yaitu butir kecil larut dan bergabung dengan butir besar. Akomodasi bentuk butir menghasilkan pemadatan yang lebih baik. Pada tahap ini juga berlangsung penghilangan porositas. Akibat pergeseran batas butir, porositas mulai saling berhubungan dan membentuk silinder di sisi butir.

3. Tahap akhir

Fenomena desifikasi dan pertumbuhan butir terus berlangsung dengan laju yang lebih rendah dari sebelumnya. Demikian juga dengan proses penghilangan porositas, pergeseran batas butir terus berlanjut. Apabila pergeseran batas butir lebih lambat daripada porositas, maka porositas akan muncul di permukaan dan saling berhubungan (Puspitasari Delvita, 2013).

2.4 Pengujian Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total perbandingan massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah misalnya air. Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat yang memiliki massa jenis yang berbeda dan satu zat

berapapun massanya, berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama (Sihite, Debora Rospita. 2008).

Pada membran keramik susunan, bentuk, dan ukuran pori menjadi kunci karakterisasi membran karena membran keramik tersebut dibuat dari material yang berupa butiran-butiran partikel melalui proses penyiapan serbuk material keramik, pencampuran, pencetakan dan sintering, dimana setiap proses sangat mempengaruhi kualitas membran yang dihasilkan sehingga karakterisasi membran keramik berpori dapat dilakukan dengan menghitung nilai densitas (Sandra K arina Okky, dkk, 2014).

Densitas (ρ) adalah massa atau berat sampel yang terdapat dalam satu satuan volume. Densitas sering disebut sebagai massa jenis atau berat jenis atau biasa juga disebut dengan kerapatan bahan. Menurut SNI-03-4164-1996 Densitas yang diisyaratkan untuk digunakan pada keramik ini adalah $1.60 \text{ gr/cm}^3 - 2.50 \text{ gr/cm}^3$. dinyatakan dalam gram per sentimeter kubik (gr/cm^3) Secara matematis di rumuskan seperti berikut :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.1)$$

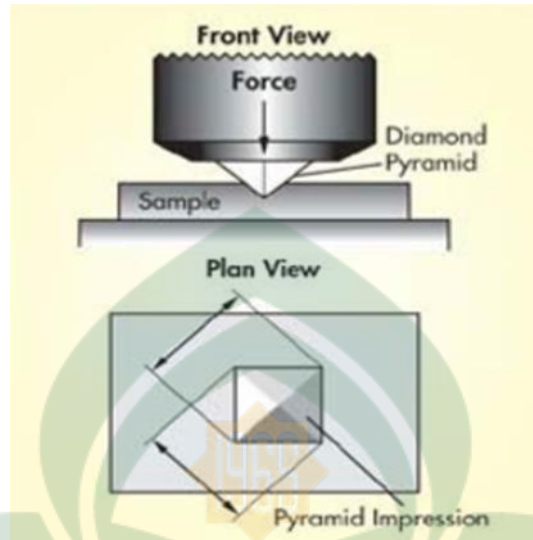
Dimana :

ρ = kerapatan benda (gr/cm^3)

m = massa benda (gr)

v = volume benda (cm^3)

2.5 Pengujian Kekerasan



Gambar 2.6 metode pengujian kekerasan Vickers

Sumber : www.wikipedia.com

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan bahan terhadap penetrasi atau ketahanan terhadap deformasi dari permukaan bahan. Kekerasan (*hardness*) merupakan salah satu sifat mekanik (*mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal yang artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Angka kekerasan vickers (H_v) didefinisikan sebagai hasil bagi koefisien dari beban uji (F) dengan luas permukaan

bekas luka tekan (injakan) dari indentor (diagonalnya) (A) yang dikalikan dengan $\sin(136^\circ/2)$. Ada tiga tipe pengujian terhadap ketahanan bahan, yaitu : tekukan (Brinell, Rockwell dan Vickers), pantulan (*rebound*) dan goresan (*scratch*). Pada penelitian ini pengukuran kekerasan (*vickers hardness*) dari sample keramik dilakukan dengan menggunakan *microhardness tester*. Kekerasan *vickers hardness* (H_v) suatu bahan dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$H_v = \frac{2P \sin(\frac{\theta}{2})}{d^2} \quad (2.2)$$

dapat ditulis kembali dalam persamaan

$$H_v = 1,8544 \frac{P}{d^2} \quad (2.3)$$

Dimana :

H_v = angka kekerasan Vickers ($\frac{kgf}{mm^2}$)

P = pembebanan (kgf)

d = diagonal rata-rata (mm) (Gade. M, (T.T)).

Dalam pengujian menggunakan vickers mempunyai kelebihan dan kekurangan yaitu :

1. Kelebihan

Uji vickers adalah skala kekerasannya yang kontinu untuk rentang yang luas dari yang sangat lunak dengan nilai 5 maupun material yang sangat keras dengan nilai 1500 karena indentor intan yang sangat keras. Selain pada uji vickers, beban tidak perlu diubah dan uji vickers ini dapat dilakukan pada benda-benda dengan ketebalan

yang tipis sampai 0,006 inchi. Tidak merusak karena hasil indentasi sangat kecil dan biasanya bahan uji bisa dipakai kembali.

2. Kekurangan

Pada uji vickers ini membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menentukan nilai kekerasan sehingga jarang dipakai pada pengujian yang berulang-ulang. Butuh ketelitian saat mengukur diameter.

Uji keras menggunakan vickers untuk keramik merupakan pengujian yang paling efektif karena dengan pengujian ini dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik atau daerah tertentu. Nilai kekerasan cukup *valid* untuk menyatakan kekuatan suatu material (Eddy, 2014).

Pengujian kekerasan menggunakan instrumen *hardness universal testing*. Metode yang digunakan adalah uji kekerasan vickers sesuai standar ASTM E384-99. Indentor yang digunakan adalah piramida intan (*diamond pyramid*) dengan diameter indentor (D) = 2,5 mm. Mekanismenya, pengujian kekerasan dilakukan tiap spesimen uji hingga hancur.

Secara rinci parameter *vickers dan knoop* uji per ASTM E384-99 Secara ditunjukkan pada tabel 2.6

Tabel 2.6 parameter *vickers dan knoop* ASTM E384-99

Pelumas	Suhu	Diterapkan beban	Duration
Tidak	Ambient	1 gr – 1000 gr	10 detik – 15 detik

Menurut *American Society for Testing and Materials* (ASTM), bahwa keramik adalah produk yang dibuat dari bahan galian anorganik non-logam yang diproses melalui pembakaran suhu tinggi dan mempunyai struktur molekul kristalin dan nonkristalin atau campuran keduanya. Sedangkan bahan mentah keramik adalah kumpulan mineral atau batuan yang dapat digunakan untuk pembuatan keramik baik dalam keadaan alami maupun setelah diproses. Adapun proses pembuatan keramik terdiri dari pengolahan bahan baku, pembentukan, pengeringan dan pembakaran (Hartono, 1983 dalam Utomo Agus Mulyadi, 2012).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu dan tempat dilaksanakannya penelitian ini yaitu pada bulan juni di labortorium fisika fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam (MIPA) di universitas Hasanuddin dan Balai Industri dan hasil perkebunan kota Makassar.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yakni metode analisis data digunakan untuk perhitungan matematis dan metode grafik. Metode perhitungan matematis untuk menentukan nilai densitas dan nilai kekerasan dan dari nilai perhitungan matematis kemudian disajikan dalam bentuk grafik yang selanjutnya di analisis menurut hasil pengukuran.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a. Timbangan digital digunakan untuk menimbang abu sabuk kelapa, arang batok kelapa, tanah lempung dan batu kapur.
- b. Mixer digunakan untuk mencampur dan homogenkan bahan baku.
- c. Cetakan spesimen berbentuk silinder digunakan untuk membentuk badan dari sampel yang akan *disinter*.

- d. Dapur pemanas (Tanur) digunakan untuk proses *vitrifikasi* dan *sintering*.
- e. Ayakan digunakan untuk menghaluskan bahan dengan ukuran 100 mesh.
- f. Kuat tekan atau mesin pres digunakan untuk menekan dalam pembentukan badan sampel selama 15 menit.
- g. Jangka sorong untuk mengukur diameter dan tinggi dari sampel yang telah dicetak.
- h. Alat uji kekerasan vickers.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a. Arang batok kelapa sebanyak 0,4 gram, 0,56 gram, dan 0,8 gram dengan ukuran partikel 100 mesh.
- b. Abu sabuk kelapa sebanyak 6,4 gram, 5,6 gram dan 4 gram dengan ukuran partikel 100 mesh.
- c. Tanah lempung yang diperoleh dari sungai japing sebanyak 0,8 gram, 1,6 gram dan 2,4 gram dengan ukuran partikel 100 mesh..
- d. Batu Kapur diperoleh dari toko material yang berwarna putih sebanyak 0,4 gram, 2,4 gram dan 0,8 gram dengan ukuran partikel 100 mesh.
- e. Air yang diperoleh dari PDAM kota Makassar sebanyak 3 gram setiap sampel.
- f. Lem poliesteresin.

3.4 Prosedur Kerja

Prosedur kerja pada penelitian ini yaitu :

a. Vitrifikasi



Gambar 3.1 : proses pembuatan arang aktif tempurung kelapa dan abu sabuk kelapa
sumber : dokumentasi pribadi

Arang sabuk kelapa dalam bentuk serbuk divitrifikasi dalam tanur pada suhu 800°C untuk mendapatkan warna putih keabu-abuan, setelah itu didinginkan pada suhu temperatur ruangan sedangkan arang tempurung kelapa sebelumnya dibakar secara manual setelah itu dioven pada suhu 110°C untuk menghilangkan atau menguapkan kadar air setelah itu divitrifikasi dalam tanur pada suhu 800°C untuk mendapatkan karbon aktif kemudian didinginkan pada temperatur ruangan.

b. Grinding



Gambar 3.2 : proses penghalusan
Sumber : dokumentasi pribadi

Setelah dilakukan proses *vitrifikasi*, bentuk abu sabuk kelapa berubah seperti bongkahan batu yang keras berwarna putih keabu-abuan. Untuk memudahkan proses pengayakan, sebelumnya abu sabuk kelapa, arang batok kelapa, batu kapur dan tanah lempung harus dihaluskan untuk mendapatkan ukuran butir 100 mesh.

c. Mixing



Gambar 3.3: proses pencampuran
Sumber : dokumentasi pribadi

Proses pencampuran bahan dengan komposisi :

1. 80% abu sabuk kelapa + 10% tanah liat + 5% arang batok kelapa + 5% batu kapur di anggap sebagai sampel A.
2. 70% abu sabuk kelapa + 20% tanah liat + 7% arang batok kelapa + 3% batu kapur di anggap sebagai sampel B.
3. 50% abu sabuk kelapa + 30% tanah liat + 10% arang batok kelapa + 10% batu kapur dianggap sebagai sampel C.

Komposisi tersebut tiap 8 gramnya diberi air seberat 3 gram sebagai pengikat untuk membuat 1 spesimen uji. Proses ini menggunakan alat pencampur berupa mixer dengan metode rotating drum, dengan waktu pencampuran 2 jam dengan frekuensi 10 Hz supaya tidak terjadi penggumpalan dari campuran tersebut. Pencampuran dan pengadukan bertujuan untuk mendapatkan campuran bahan yang homogen atau seragam.

d. Compacting



Gambar 3.4 : proses penekanan sampel
Sumber : dokumentasi pribadi

Proses selanjutnya merupakan proses pembentukan dengan cara memasukkan kedalam cetakan dan diberi tekanan sebesar 200.000 pascal selama penahanan 15 menit untuk satu spesimen uji. Spesimen yang akan diuji berbentuk silinder dengan ukuran diameter = 1,5 cm, jari-jari = 0,75 cm, dan tinggi = 1 cm untuk dua jenis pengujian yaitu uji densitas dan kekerasan Vickers. Bentuk dan ukuran sebelum pembakaran maupun sesudah terjadi pembakaran tidak ada perubahan kecuali terhadap warna dan berat spesimen uji. Teknik pembentukan dengan acuan wadah berongga berbentuk silinder yang digunakan untuk membuat keramik dalam jumlah yang banyak, dan waktu relatif singkat dengan bentuk dan ukuran yang sama pula hasil.

e. Sintering

Sintering merupakan proses perlakuan panas terhadap sampel yang akan diuji, untuk meningkatkan ikatan partikel sehingga kekuatan dan kekerasannya meningkat pula. Sampel yang telah dicetak belum mempunyai kekuatan dan kekerasan yang tinggi, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan proses sintering untuk meningkatkan ikatan partikel-partikelnya. Suhu sinter yang dipergunakan terdiri dari 2 variasi yaitu 800 °C dan 900 °C.

f. Pengujian

Setelah semua langkah-langkah dalam pembuatan keramik telah selesai dilakukan. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap keramik yang telah dibuat. Kegunaan dari pengujian ini adalah agar dapat melihat sifat fisis dan mekanik dari keramik yang telah dibuat.

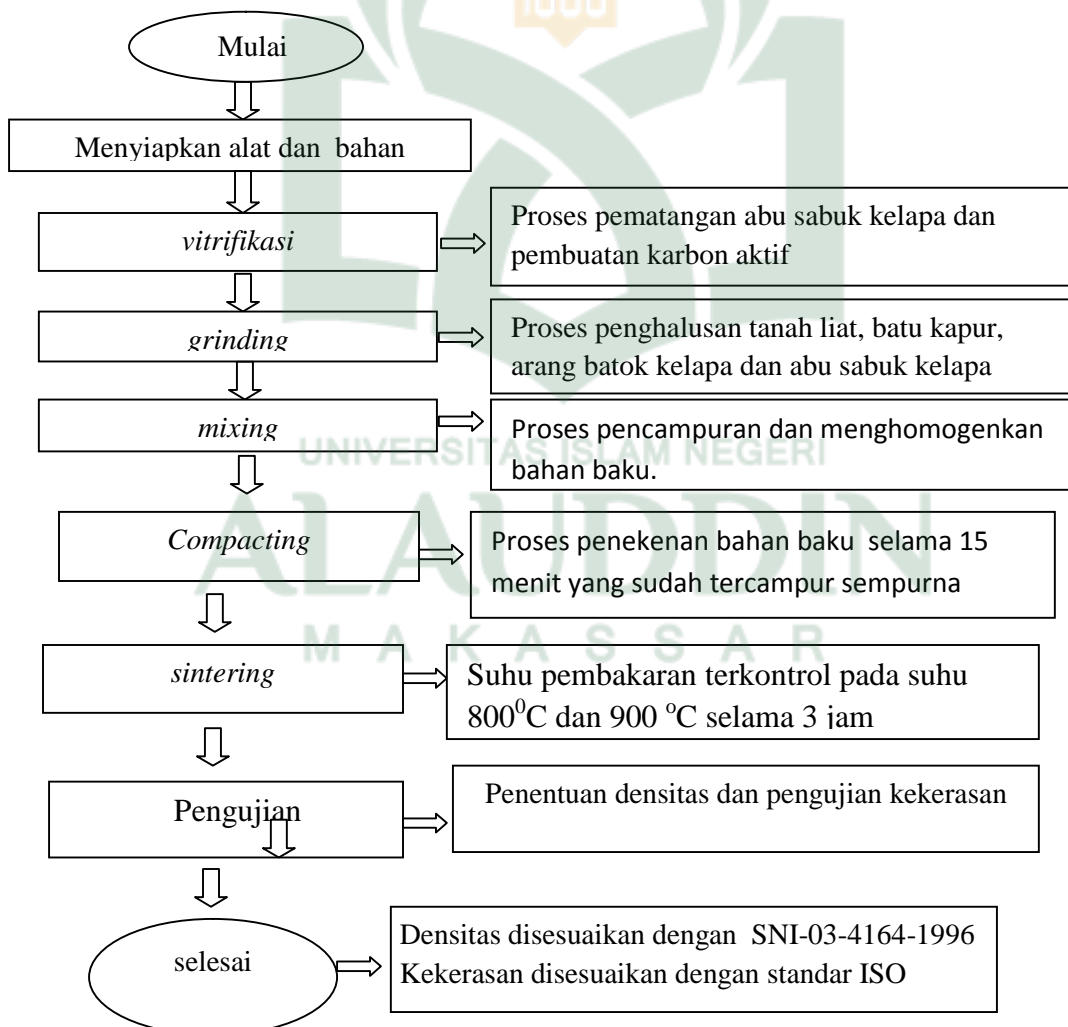
- Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan untuk menghitung kerapatan massa atau densitas menggunakan persamaan 2.1.

- Pengujian Kekerasan Vickers

Uji kekerasan vickers dilakukan setelah pengujian densitas. Prinsip uji kekerasan vickers yaitu beban dibagi dengan luas daerah indentasi, nilai kekerasan vickers dihitung menggunakan persamaan 2.3.

3.5 Bagan Alir



3.6 Tabel penelitian

Tabel hubungan antara densitas, kekerasan dengan suhu sintering

No	Bahan	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Densitas (gr/cm^3)		Kekerasan (kgf/mm^2)	
		T_1	T_2	1	2	Hv_1	Hv_2
1	A	800	900				
2	B	800	900				
3	C	800	900				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

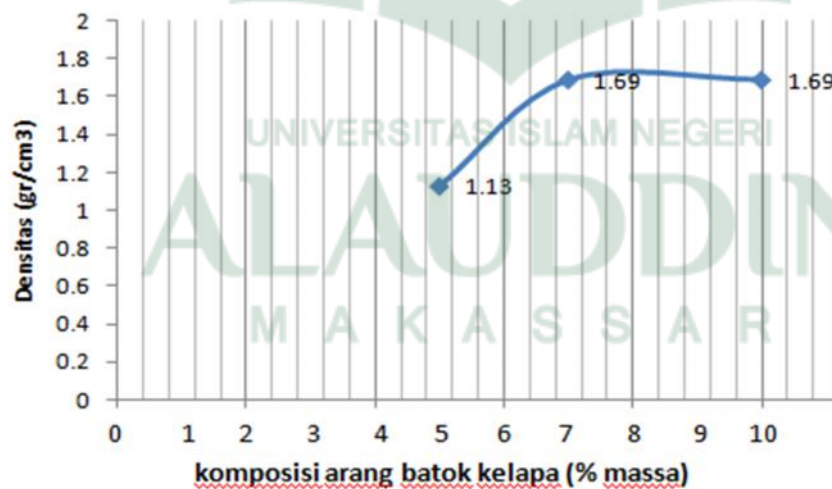
4.1 Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

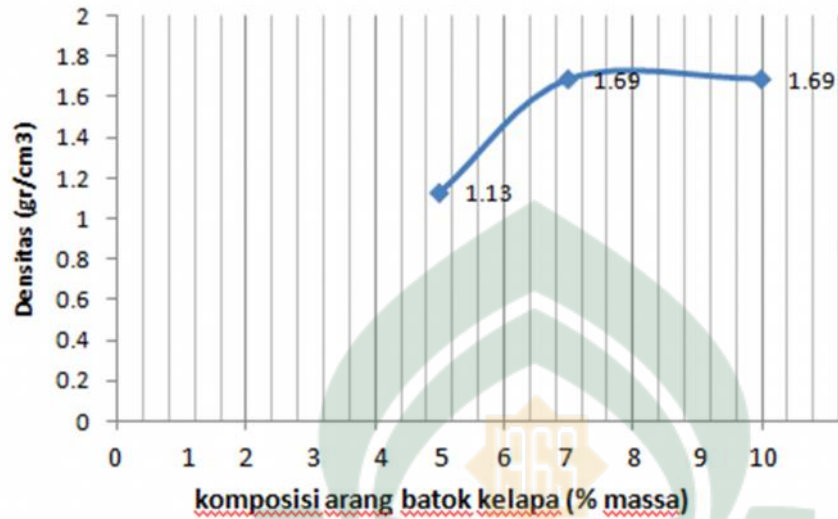
4.4.1 tabel pengamatan hubungan antara densitas, kekerasan dan suhu sinter

No	Bahan	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Densitas (gr/cm^3)		Kekerasan (kgf/mm^2)	
		T_1	T_2	1	2	Hv_1	Hv_2
1	A	800	900	1.13	1.13	300	200
2	B	800	900	1.69	1.69	240	190
3	C	800	900	1.69	1.69	180	180

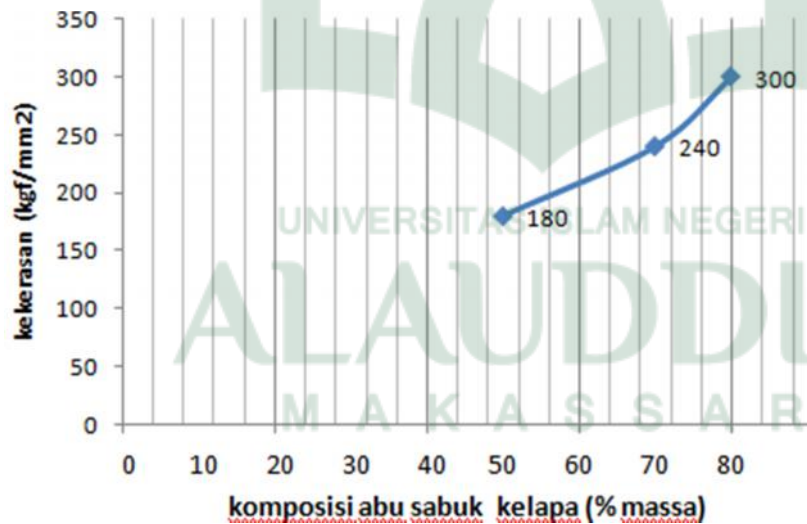
4.4.2 Grafik hubungan antara densitas dan komposisi arang batok kelapa pada suhu sintering 800°C



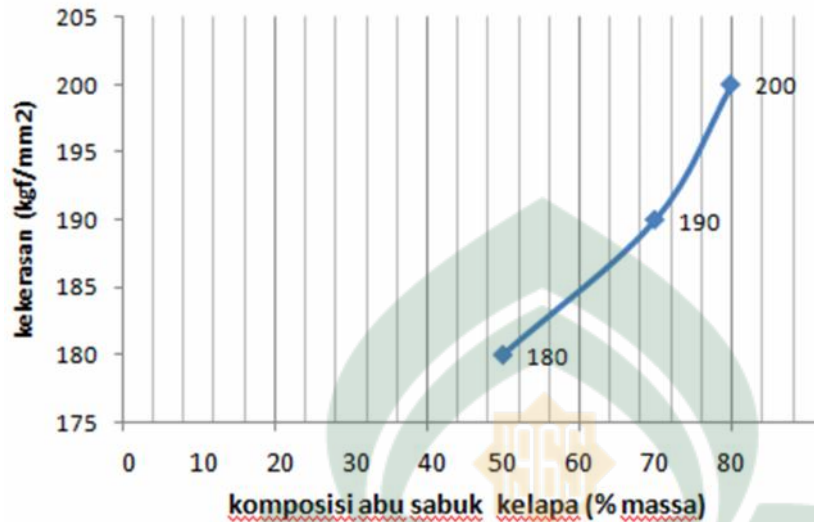
4.4.3 Grafik hubungan antara densitas dan komposisi arang batok kelapa pada suhu sintering 900°C



4.4.4 Grafik hubungan kekerasan vickers dengan komposisi abu sabuk kelapa pada suhu sintering 800°C



4.4.5 Grafik hubungan kekerasan vickers dengan komposisi abu sabuk kelapa pada suhu sintering 900⁰C



4.2 Pembahasan

4.2.1 Sintering

Waktu proses penekanan terjadi pengeluaran air. Air yang menyelimuti butiran lempung secara berangsur-angsur menyingkir dan hal ini memungkinkan butir-butir tersebut mendekat satu dengan yang lain. Adanya penyusutan bakar ini disebabkan karena terjadinya penguapan sisa air pembentukan yang belum keluar sempurna waktu penekanan, pada proses pembakaran terjadi dekomposisi senyawa mengakibatkan perubahan ukuran butiran pori. Setelah proses ini selesai penyusutan tidak terjadi lagi. Berat setiap spesimen sebelum dilakukan pembakaran masing-masing yaitu 5,4 gram setelah terjadi pembakaran terlihat nyata dengan berkurangnya berat setiap spesimen baik pada pembakaran pada suhu 800 °C dan suhu 900 °C.

Selama pembakaran, badan keramik mengalami beberapa reaksi-reaksi penting, hilang atau munculnya fase-fase mineral, dan hilang berat.

Tahap *sintering* merupakan tahapan pembuatan keramik yang sangat penting dan menentukan sifat-sifat keramik yang dihasilkan. *Sintering* adalah proses pemadatan dari sekumpulan serbuk pada temperatur tinggi, mendekati titik leburnya sehingga terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir (*grain growth*) peningkatan densitas, dan penyusutan volume. Hal ini disebabkan oleh karena butiran-butiran partikel akan tersusun semakin rapat. Dalam tahapan ini tujuannya adalah memadatkan bahan yang sudah dicetak dengan suhu tinggi. Pada tahap ini akan terjadi berkurangnya pori-pori dan cacat bahan, pengontrolan ukuran butir dan fase batas butir. Hal ini bertujuan agar butiran-butiran dalam partikel yang berdekatan dapat bereaksi dan berikatan selama proses pembakaran, kandungan air pada material hilang (Puspitasari Delvita, 2013).

Pada tahap pematangan badan sampel ini suhu sekitar 900 °C. Pada tahap ini terjadi peleburan dan rekristalisasi. Bila suhunya dinaikkan lagi, leburan akan menembus kepori-pori yang lebih dalam dan menghasilkan bahan padat. Pada tahap akan bereaksi dengan tanah liat dan cenderung melunak, akhirnya bila suhunya diatas titik *vitrifikasi* akan keluar gas sehingga muncul gelembung yang kemudian meledak. Hal ini karena *flux* dalam badan mendidih. Proses pembakaran yang telah cukup temperaturnya perlu dipertahankan beberapa saat (*soaking period*), agar reaksi-reaksi yang terjadi merata pada seluruh bagian keramik. Apabila proses *soaking period* dianggap telah cukup, tungku dapat dimatikan dan

didinginkan dalam waktu yang cukup setelah itu tungku dapat di buka (Prasudi M. Fajar, T.T).

4.2.2 Densitas

Pengukuran densitas pada suhu 800 °C dan suhu 900 °C dilakukan dengan Pengujian densitas untuk mengetahui kerapatan menggunakan rumus densitas (kerapatan massa) yaitu dengan perbandingan massa terhadap volume, hasil yang diperoleh dapat dilihat dari grafik 4.4.2 dan 4.4.3 pada grafik diperoleh bahwa nilai densitas keramik dengan komposisi abu sabuk kelapa, arang batok kelapa, tanah liat dan batu kapur menunjukkan semakin besar penambahan komposisi arang batok kelapa maka semakin meningkat nilai densitas keramik. Untuk nilai densitas setiap kenaikan 2% campuran arang batok kelapa perubahan densitas cenderung naik kecuali pada penambahan 3% arang batok kelapa nilai densitas tetap pada 1.69 gr/cm³. Hal ini disebabkan karena dalam tanah liat yang banyak mengandung senyawa-senyawa yang memiliki nilai densitas lebih tinggi daripada nilai densitas arang batok kelapa sehingga menyebabkan nilai densitas keramik tetap dan semakin tinggi suhu pembakaran maka akan semakin banyak pori-pori yang terbuka sehingga luasnya bertambah, hal ini akan mengakibatkan banyak komponen zat-zat yang masih terjebak akan keluar sehingga mengakibatkan berat arang aktif akan menyusut cukup banyak pada suhu 800 °C dan 900 °C kegunaan tanah liat ini adalah untuk mencegah keretakan pada keramik apabila sudah mengering. Karena dengan adanya tanah liat akan mengurangi penyusutan yang terjadi mulai dari percetakan hingga

pengeringan. Tanah liat ini memang sangat penting dalam pembuatan keramik. Dengan adanya penambahan zat aditif seperti arang batok kelapa dan abu sabuk kelapa pada proses pembakaran butiran-butiran aditif tersebut saling merapat dan mengisi rongga kosong pada keramik sehingga jarak partikel menjadi semakin dekat yang berimpik sehingga nilai densitas tetap pada sampel keramik. Sedangkan suhu pembakaran pada keramik jenis ini tidak ada pengaruh suhu sinter karena pada jenis keramik ini nilai densitas tidak mengalami perubahan. Hasil data menunjukkan bahwa penambahan arang batok kelapa berbanding lurus dengan densitas kalau diperbandingkan nilai densitas antara perlakuan suhu 800°C dan suhu 900°C , ternyata tidak ada perbedaan yang sangat nyata. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa densitas keramik dalam penelitian ini telah memenuhi standar sesuai dengan standar SNI-03-4164-1996.

4.2.3 Kekerasan

Nilai kekerasan pada suhu sinter 800°C dari hasil pengujian menggunakan alat vickers adalah hasil uji kekerasan diperlihatkan pada grafik 4.4.4 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan abu sabuk kelapa cenderung kekerasan keramik semakin tinggi. Untuk nilai kekerasan setiap kenaikan 10% dan 20% campuran abu sabuk kelapa perubahan kekerasan cenderung naik. Hasil data menunjukkan bahwa penambahan abu sabuk kelapa berbanding lurus dengan kekerasan. Dengan adanya penambahan abu sabuk kelapa pada proses pembakaran butiran-butiran dari abu sabuk kelapa merapat dan mengisi rongga kosong pada keramik sehingga jarak partikel menjadi semakin dekat dan saling berimpit pada meningkatnya nilai

kekerasan pada sampel keramik. Rongga yang kosong di antara partikel keramik akan diisi oleh abu sabuk kelapa sehingga berfungsi sebagai bahan penguat keramik dan meningkatkan daya tahan. Manfaat dari penambahan abu sabuk kelapa sebagai silika pada keramik ini akan membuat keramik memiliki daya lekat yang lebih.

Nilai kekerasan pada suhu sinter 900 °C dari hasil pengujian menggunakan alat vickers adalah hasil uji kekerasan diperlihatkan pada grafik 4.4.4 penambahan abu sabuk kelapa semakin bertambah nilai kekerasan keramik. Dari hasil data dan melihat dari grafik tersebut, diketahui bahwa semakin besar suhu sintering yang digunakan maka semakin kecil nilai kekerasan begitupun sebaliknya.

Hal ini dikarenakan pada pembakaran pada suhu 900 °C menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan abu sabuk kelapa cenderung nilai porositas keramik semakin tinggi yang menyebabkan nilai kekerasan berkurang. Bahwa penambahan tanah liat berbanding lurus dengan naiknya nilai kekerasan. Fungsi awal abu sabuk kelapa dalam hal ini adalah bahan aditif atau tambahan sebagai penguat ternyata sebaliknya sehingga mempengaruhi nilai porositas keramik. Hal ini dikarenakan selama proses sintering pori-pori dalam keramik terisi oleh butiran-butiran abu sabuk kelapa yang banyak mengandung silika karena ukuran butir silika relatif lebih kecil dari butiran lempung. Besar kecilnya nilai kekerasan dipengaruhi pada suhu pembakaran.

Perbandingan antara angka kekerasan dari perlakuan suhu bakar 800 °C dengan 900 °C, ternyata ada perbedaan yang sangat nyata yaitu pada suhu bakar 800°C nilai kekerasan bertambah 60 kgf/mm² serta penampakan secara visualnya bertekstur

halus, batangan lurus, berpori, berwarna merah bata pucat. Sedangkan pada suhu bakar 900 °C nilai kekerasan bertambah 10 kgf/mm² dengan kondisi penampakan bertekstur halus, batangan lurus, berpori, berwarna merah bata pucat. Akibat perlakuan suhu pembakaran yang berbeda, maka dapat diketahui sifat-sifat bahan keramik jenis ini, yaitu semakin rendah suhu bakarnya semakin besar nilai kekerasannya sedangkan semakin tinggi suhu bakarnya semakin rendah nilai kekerasannya.

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan setiap sampel keramik, serta mengetahui hubungan densitas dengan kekerasan. Dari hasil pengujian diperoleh nilai densitas berbanding lurus dengan nilai kekerasan, karena kerapatan sampel keramik sangat mempengaruhi nilai kekerasannya. Semakin rapat material keramik maka nilai kekerasannya meningkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin besar penambahan arang batok kelapa maka semakin besar nilai densitasnya baik pada suhu sintering 800 °C maupun 900°C. Nilai densitas yang diperoleh yaitu sebesar 1.13 gr/cm³ dan 1.69 gr/cm³.
2. Semakin besar penambahan abu sabuk kelapa maka semakin besar nilai kekerasan baik pada suhu sintering 800°C maupun 900°C. Nilai kekerasan yang diperoleh yaitu 200 kgf/mm² dan 300 kgf/mm².
3. Suhu sinter mempengaruhi kekerasan dimana ketika suhu sinter dinaikkan maka kekerasan menurun begitupun sebaliknya, sehingga suhu sinter yang baik pada jenis keramik ini yaitu pada suhu 800 °C.

5.2 Saran

Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna karna tidak suatu apapun ciptaan atau pekerjaan manusia yang sempurna sehingga disarankan pada peneliti selanjutnya dengan menambahkan bahan campuran keramik yang lebih cocok untuk menghasilkan keramik yang lebih kuat dan menganalisa tanah liat japing menggunakan XRF untuk mengetahui kandungan keramik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Fauzul, dkk. “*penggunaan tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton k-100*” jurnal teknik sipil universitas pasir pengairan. hal 1-11.
- Alqur'an Karim
- Anonim. “*teknik olah sabut kelapa*”. <https://www.trubus-online.co.id%25252Fteknik-olah-sabut-kelapa> (diakses pada tanggal 8 januari 2016).
- Anonoim. “*proses pembentukan tanah liat*” <http://axzx.blogspot.com/2008/12/proses-pembentukan-tanah-liat-secara.html> lengkel keramik PPG Kesenian Jogja (di akses pada tanggal 8 januari 2016).
- Arifin Zaenal, dkk. “*pengaruh konsentrasi $caco_3$ terhadap sifat korosibaja st.37 dengan coating pani(hcl)/ $caco_3$* ”. jurnal sains dan seni pomits Vol. 1, No. 1, (2012). hal. 1-6
- Devi Maulidah, dkk. “*geopolimer dari limbah abu sabut kelapa sebagai pengganti semen untuk pembuatan beton*”. universitas muhammadiyah jakarta jakarta (2013). hal.1-15.
- Eddy. “*makalah uji kekerasan dan impact*” <http://eddme27.blogspot.com/2014/11/bab-i-pendahuluan-1>. 13 november 2014
- Gede. M.” *Klasifikasi dan karakteristik material keramik*”. Dosen Kopertis Wilayah I dpk pada FKIP UMN Al – Washliyah Medan.(T.T). hal. 1-4.
- Gilar S. Pambayun, “*pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator $zncl_2$ dan na_2co_3 sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah*” jurnal teknik pomits vol. 2, no. 1, (2013) issn: 2337-3539 (2301-9271 print). hal.1-5.
- H. Sahriar Nur Aulia. “*uji kemurnian komposisi batu kapur tuban dengan analisis rietveld data difraksi sinar-x*” Jurusan Fisika-FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya 60111, Indonesia. hal.1-5.
- Ibnu Katsir. 2001. *Tafsir Ibn Katsir*, terj. Bahrin Abu Bakar, Bandung: Sinar Baru Algesindo

- Indah Suryani. dkk, “*pembuatan briket arang dari campuran buah bintaro dan tempurung kelapa menggunakan perekat amilum*”. Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 18, Januari (2012). hal.24-29.
- Jamilatun siti, dkk. “*Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair*” jurnal Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta Spektrum Industri, 2014, Vol. 12, No. 1, 1 – 112.
- Jannatin Raditya Derifa, Dkk. “*uji efesiensi removal absorpsi arang batok kelapa untuk mereduksi warna dan permanganate value dari limbah cair industry terbaik*”.jurnal teknik lingkungan dan mesin FTSP-ITS. (T.T). hal.1-17.
- Kiswanto Heri. *Optimasi sifat-sifat mekanik genteng press dengan bahan aditif silica dan dolomite*. Skripsi fisika fakultas MIPA UNNES.
- Muh amin dan Bagus Irawan, “*pengaruh tekanan kompaksi dan suhu sintering terhadap kekerasan keramik lumpur lapindo*” prosiding seminar nasional unimus (2010). hal.290-296.
- Mutu dan cara uji ubin lantai keramik (SNI 03-0106-1987).
- Nurzal dan Antonio Eko Saputra.N.” *pengaruh komposisi fly ash dan suhu sinter terhadap kekerasan pada manufacture keramik lantai*”. FTI - Institut Teknologi Padang. (2013). hal.1-5.
- Nurzal dan Okto siswanto. “*pengaruh proses wet pressing dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan vickers pada manufactur keramik lantai*”. Jurnal Teknik Mesin Vol.1, No. 2, April (2012). hal. 1-5
- Prasudi M. Fajar. “*pembakaran keramik*”. Widyaaiswara PPPPTK Seni dan Budaya. Yogyakarta.
- Puspitasari Delvita, “*analisis sifat mekanik dan foto mikroskopis keramik berbahan dasar lempung bersisik (scaly clay) formasi karangsambung kebumen*” skripsi fisika FMIPA universitas negeri semarang.2013.
- Salamah, siti. “*pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan perlakuan perendaman pada larutan koh*”. program studi teknik kimia. universitas ahmad dahlan. (2008).
- Sandra Karina Okky dan dkk. “*pengaruh suhu sintering terhadap densitas dan porositas pada membran keramik berpori berbasis zeolit, tanah lempung,*

barang batok kelapa, dan polyvinylalcohol (pva)". Jateng & DIY, Yogyakarta. (2014). hal.392-395.

Sari, ervina purnama, dkk. "*pengaruh aditif arang batok kelapa terhadap densitas dan porositas membran keramik berbasis zeolit dan tanah lempung*". seminar nasional fisika. (2012). hal.67-71.


Shihab, M. quraish. 2002. *tafsir al misbah* . penerbit lentera hati .

Sihite, Debora Rospita. "*Pembuatan Dan Karekterisasi Bahan Keramik Berpori Dengan Aditif Sekam Padi Yang Digunakan Sebagai Filter Gas Buang*". Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. USU. Medan. (2008). hal. 56-149.

T. Tiar Delimawati. "*Pembuatan Keramik Berpori sebagai Filter Gas Buang dengan Aditif Karbon Aktif*". Tesis Program Studi Pasca Sarjana, USU. Medan, (2008). hal.1-83.

Utomo Agus Mulyadi. "*Pengetahuan Bahan Keramik*". goesmul.blogspot. pengetahuan keramik goesmul@gmail.com. (2012).

Wahyudi Tri, "*penggunaan ijuk dan sabut kelapa terhadap kuat tekan pada beton k-100*" (T.T). hal.1-11.



LAMPIRAN - LAMPIRAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R



LAMPIRAN I

DATA PENGUKURAN KEKERASAN DAN DENSITAS

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Tabel pengamatan hubungan antara densitas, kekerasan dan suhu sinter

No	Bahan	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Densitas (gr/cm^3)		Kekerasn (kgf/mm^2)	
		T_1	T_2	$_1$	$_2$	Hv_1	Hv_2
1	A	800	900	1.13	1.13	300	200
2	B	800	900	1.69	1.69	240	190
3	C	800	900	1.69	1.69	180	180

Tabel penimbangan bahan sebelum dan sesudah pembakaran

No	Bahan	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Sebelum pembakaran (gr)		Setelah pembakaran (gr)	
		T_1	T_2	m_1	m_2	m_1	m_2
1	A	800	900	5,4	5,4	2	2
2	B	800	900	5,4	5,4	3	3
3	C	800	900	5,4	5,4	3	3

LAMPIRAN 2

HASIL ANALIS UJI PARAMETER



A. Menentukan densitas menggunakan persamaan

$$\pi = 3,14$$

$$r = 0,75 \text{ cm}$$

$$t = 1 \text{ cm}$$

$$= \frac{m}{V} \text{ dimana, } V = \pi \times r^2 \times t$$

$$V = 3,14 \times 0,75^2 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$$

$$= 1,77 \text{ cm}^3$$

1. Menghitung densitas pada suhu 800°C

a. Menghitung sampel A

$$m = 2 \text{ gr}$$

$$V = 1,77 \text{ cm}^3$$

$$= \frac{2 \text{ gr}}{1,77 \text{ cm}^3} \times$$

$$= 1,13 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel hasil perhitungan nilai densitas

No	Bahan	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Densitas (gr/cm^3)	
		T_1	T_2	1	2
1	A	800	900	1.13	1.13
2	B	800	900	1.69	1.69
3	C	800	900	1.69	1.69

B. Menentukan kekerasan menggunakan persamaan

$$H_v = 1,8544 \frac{P}{A_2}$$

Tabel hasil pengujian kekerasan menggunakan alat kekerasan vickers

No	Bahan	Suhu (⁰ C)		Kekerasn (kgf/mm ²)	
		T ₁	T ₂	Hv ₁	Hv ₂
1	A	800	900	300	200
2	B	800	900	240	190
3	C	800	900	200	180



LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI FOTO PENELITIAN



LAMPIRAN 4

Dokumentasi Persuratan Melakukan
Penelitian



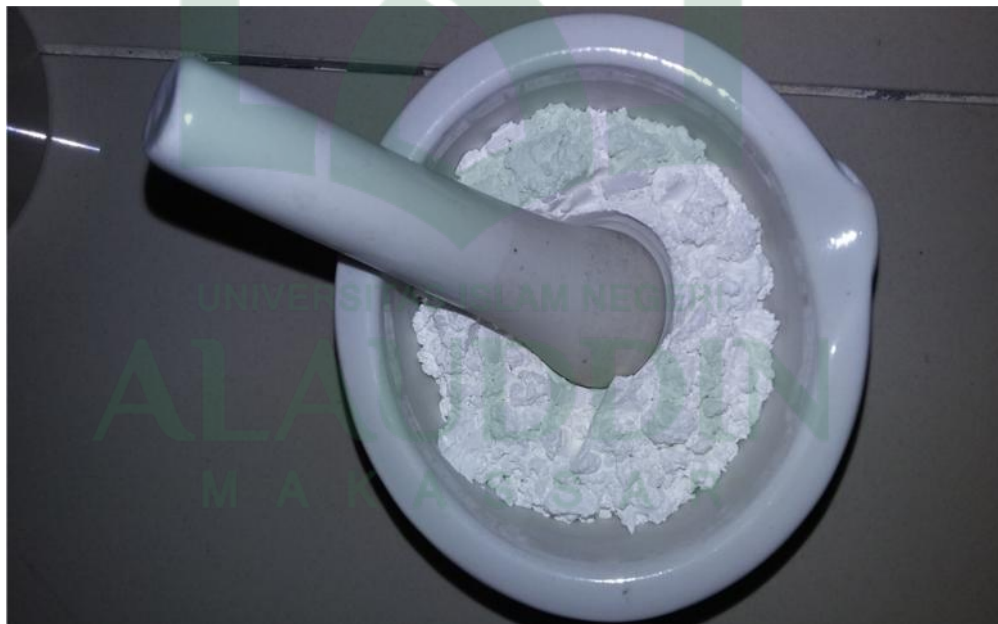
LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI FOTO PENELITIAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R



Gambar L1: Proses penumbukkan tanah liat



Gambar L2: Proses penghalusan batu kapur



Gambar L3: Vitrifikasi Abu sabuk kelapa



Gambar L4: vitrifikasi arang batok kelapa

1. Proses pengayakan bahan



Gambar L5: abu sabuk kelapa



Gambar L6 : tanah liat



Gambar L7: arang batok kelapa

2. Proses penimbangan bahan



Gambar L8: abu sabuk kelapa



Gambar L9: batu kapur



Gambar L10: tanah liat



Gambar L11: arang batok kelapa

3. Komposisi bahan



Gambar L12: sampel bahan A



Gambar L13 : sampel bahan B



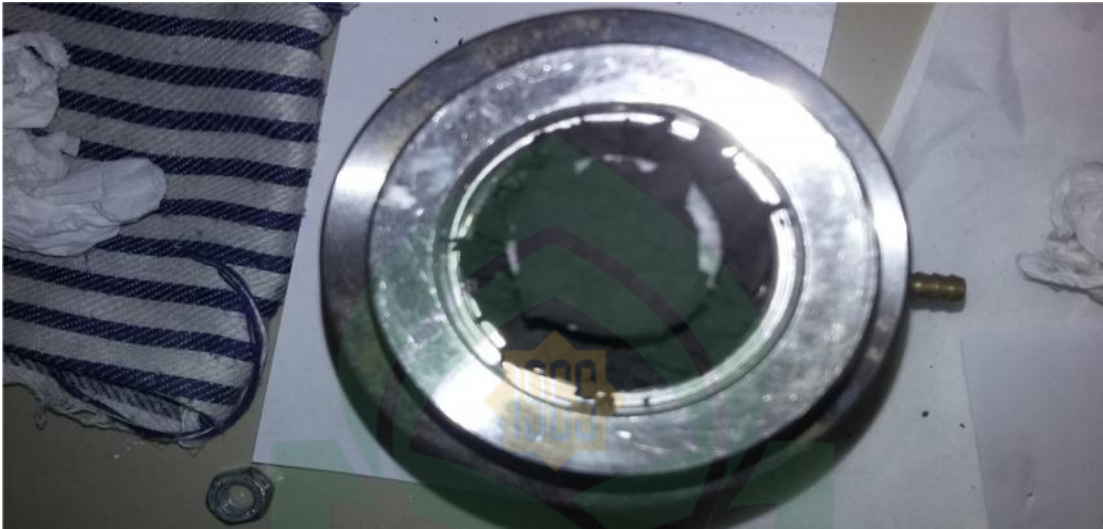
Gambar L14: sampel bahan C



Gambar L15: Proses pencampuran bahan



Gambar L16: bahan setelah pencampuran



Gambar L17: Proses pencetakan



Gambar L18: proses penekanan



Gambar L19: Hasil Percetakan



Gambar L20: sampel sebelum pembakaran



Gambar L21: proses pengovenan



Gambar L22: proses pembakaran



Gambar L23: setelah pembakaran

4. Pengujian



Gambar L24: proses pengujian kekerasan

CONVERSION TABLE													
VICKERS	BRINELL 10/3000	ROCKWELL		ROCKWELL Superficial 15-N 30-N	SHORE	TENSILE STRENGTH	VICKERS	BRINELL 10/3000	ROCKWELL		ROCKWELL Superficial 15-N 30-N	SHORE	TENSILE STRENGTH
		A	C						A	B			
840	85.6	68.0	93.2	84.4	9.1	41.0	38.8	71.4		41.8	81.4	5.1	3.1
820	85.3	67.5	92.0	84.0	9.6	40.0	37.9	70.8		40.8	81.0	6.0	3.4
800	85.0	67.0	92.9	83.6	9.5	39.0	36.9	70.2		39.8	80.2	5.9	3.5
780	84.7	66.4	92.7	83.1	9.3	38.0	36.0	69.6	110.0	38.8	79.8	5.4	3.7
760	84.4	65.9	92.5	82.7	9.2	37.0	35.0	69.2		37.7	79.2	5.7	3.8
740	84.1	65.3	92.3	82.2	9.1	36.0	34.1	68.7	109.0	36.6	78.6	5.4	3.9
720	83.8	64.7	92.1	81.7	9.0	35.0	33.1	68.1		35.5	78.0	5.4	4.1
700	83.4	64.0	91.8	81.1	8.8	34.0	32.2	67.6	108.0	34.4	77.4	5.4	4.1
680	83.0	63.3	91.5	80.4	8.7	33.0	31.3	67.0		33.3	76.8	5.2	4.3
660	82.6	62.5	91.2	79.7	8.6	32.0	30.3	66.4	107.0	32.2	76.2	5.2	4.5
640	82.2	61.8	91.0	79.1	8.4	31.0	29.4	65.8		31.0	75.6	5.1	4.5
620	81.8	61.0	90.7	78.4	8.3	30.0	28.4	65.2	105.5	29.9	74.9	5.0	4.2
600	81.3	60.2	90.3	77.8	8.1	29.0	27.5	64.5	104.5	28.8	74.2	4.9	4.2
580	80.8	59.2	89.8	77.2		28.0	26.5	63.8		27.8	73.4	4.8	4.1
560	80.4	58.6	89.2	76.4	2.2	27.0	25.5	63.1	103.5	26.7	72.6	4.7	4.2
540	80.0	58.0	88.6	75.6	2.1	26.0	24.5	62.4		25.6	71.8	4.6	4.3
520	79.6	57.3	88.0	74.8	2.0	25.0	23.5	61.7	102.0	24.5	71.0	4.5	4.3
500	79.2	56.6	87.4	74.0	1.9	24.0	22.5	61.0		23.4	70.2	4.4	4.3
480	78.8	55.9	86.8	73.2	1.8	23.0	21.5	60.3	101.0	22.3	69.4	4.3	4.4
460	78.4	55.2	86.2	72.4	1.7	22.0	20.5	59.6		21.2	68.6	4.1	4.4
440	78.0	54.5	85.6	71.6	1.6	21.0	19.5	58.9	99.5	20.1	67.8	4.1	4.4
420	77.6	53.8	85.0	70.8	1.5	20.0	18.5	58.2		19.0	67.0	4.0	4.4
400	77.2	53.1	84.4	70.0	1.4	19.0	17.5	57.5		18.0	66.2	3.9	4.4
380	76.8	52.4	83.8	69.2	1.3	18.0	16.5	56.8		17.0	65.4	3.8	4.4
360	76.4	51.7	83.2	68.4	1.2	17.0	15.5	56.1		16.0	64.6	3.7	4.4
340	76.0	51.0	82.6	67.6	1.1	16.0	14.5	55.4		15.0	63.8	3.6	4.4
320	75.6	50.3	82.0	66.8	1.0	15.0	13.5	54.7		14.0	63.0	3.5	4.4
300	75.2	49.6	81.4	66.0	0.9	14.0	12.5	54.0		13.0	62.2	3.4	4.4
280	74.8	48.9	80.8	65.2	0.8	13.0	11.5	53.3		12.0	61.4	3.3	4.4
260	74.4	48.2	80.2	64.4	0.7	12.0	10.5	52.6		11.0	60.6	3.2	4.4
240	74.0	47.5	79.6	63.6	0.6	11.0	9.5	51.9		10.0	59.8	3.1	4.4
220	73.6	46.8	79.0	62.8	0.5	10.0	8.5	51.2		9.0	59.0	3.0	4.4
200	73.2	46.1	78.4	62.0	0.4	9.0	7.5	50.5		8.0	58.2	2.9	4.4
180	72.8	45.4	77.8	61.2	0.3	8.0	6.5	49.8		7.0	57.4	2.8	4.4
160	72.4	44.7	77.2	60.4	0.2	7.0	5.5	49.1		6.0	56.6	2.7	4.4
140	72.0	44.0	76.6	59.6	0.1	6.0	4.5	48.4		5.0	55.8	2.6	4.4
120	71.6	43.3	76.0	58.8	0.0	5.0	3.5	47.7		4.0	55.0	2.5	4.4
100	71.2	42.6	75.4	58.0		4.0	2.5	47.0		3.0	54.2	2.4	4.4
80	70.8	41.9	74.8	57.2		3.0	1.5	46.3		2.0	53.4	2.3	4.4
60	70.4	41.2	74.2	56.4		2.0	0.5	45.6		1.0	52.6	2.2	4.4
40	70.0	40.5	73.6	55.6		1.0	0.0	44.9		0.0	51.8	2.1	4.4
20	69.6	39.8	73.0	54.8		0.0		44.2			51.0	2.0	4.4
0	69.2	39.1	72.4	54.0				43.5			50.2	1.9	4.4
								42.8			49.4	1.8	4.4
								42.1			48.6	1.7	4.4
								41.4			47.8	1.6	4.4
								40.7			47.0	1.5	4.4
								40.0			46.2	1.4	4.4
								39.3			45.4	1.3	4.4
								38.6			44.6	1.2	4.4
								37.9			43.8	1.1	4.4
								37.2			43.0	1.0	4.4
								36.5			42.2	0.9	4.4
								35.8			41.4	0.8	4.4
								35.1			40.6	0.7	4.4
								34.4			39.8	0.6	4.4
								33.7			39.0	0.5	4.4
								33.0			38.2	0.4	4.4
								32.3			37.4	0.3	4.4
								31.6			36.6	0.2	4.4
								30.9			35.8	0.1	4.4
								30.2			35.0	0.0	4.4
								29.5			34.2	0.0	4.4
								28.8			33.4	0.0	4.4
								28.1			32.6	0.0	4.4
								27.4			31.8	0.0	4.4
								26.7			31.0	0.0	4.4
								26.0			30.2	0.0	4.4
								25.3			29.4	0.0	4.4
								24.6			28.6	0.0	4.4
								23.9			27.8	0.0	4.4
								23.2			27.0	0.0	4.4
								22.5			26.2	0.0	4.4
								21.8			25.4	0.0	4.4
								21.1			24.6	0.0	4.4
								20.4			23.8	0.0	4.4
								19.7			23.0	0.0	4.4
								19.0			22.2	0.0	4.4
								18.3			21.4	0.0	4.4
								17.6			20.6	0.0	4.4
								16.9			19.8	0.0	4.4
								16.2			19.0	0.0	4.4
								15.5			18.2	0.0	4.4
								14.8			17.4	0.0	4.4
								14.1			16.6	0.0	4.4
								13.4			15.8	0.0	4.4
								12.7			15.0	0.0	4.4
								12.0			14.2	0.0	4.4
								11.3			13.4	0.0	4.4
								10.6			12.6	0.0	4.4
								9.9			11.8	0.0	4.4
								9.2			11.0	0.0	4.4
								8.5			10.2	0.0	4.4
								7.8			9.4	0.0	4.4
								7.1			8.6	0.0	4.4
								6.4			7.8	0.0	4.4
								5.7			7.0	0.0	4.4
								5.0			6.2	0.0	4.4
								4.3			5.4	0.0	4.4
								3.6			4.6	0.0	4.4
								2.9			3.8	0.0	4.4
								2.2			3.0	0.0	4.4
								1.5			2.2	0.0	4.4
								0.8			1.4	0.0	4.4
								0.1			0.6	0.0	4.4
												0.0	4.4
													4.0

Gambar L25: pengkonversian kekerasan Vickers



Gambar L26: penimbangan bahan setelah pembakaran untuk pengujian densitas

LAMPIRAN 4

Dokumentasi Persuratan Melakukan Penelitian



DATA HASIL PENGUJIAN

Contoh : Keramik Tanggal Analisa : 15-Jul-16
 No. Analisa : Tanggal Selesai : 15-Jul-16
 Pengujian : kekerasan Paraf Analis :
 Metode : vickers Paraf Peneyelia :

Dimensi :
 diameter : 1.5 cm
 jari-jari : 0.75 cm
 Luas Bidang indektor (A) : 1.77 cm²

	Satuan	Simplo	Duplo
Luas Bidang Tekan (A)	cm ²	1.77	
Beban Tekan (B)	Kgf	0	
Kuat Tekan (B/A)	Kgf/cm ²	180	
Rata-rata	Kgf/cm ²	-	
RPD = Hasil Pengukuran -Duplikat Pengukuran x 100	%	-	
Rata-rata			

Makassar, 15 Agustus 2016
 Penyelia Lab. Fisika dan Mekanik



Aulia Winaldi

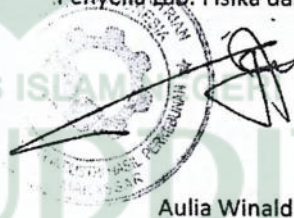
DATA HASIL PENGUJIAN

Contoh	: Keramik	Tanggal Analisa	: 15-Jul-16
No. Analisa	:	Tanggal Selesai	: 15-Jul-16
Pengujian	: kekerasan	Paraf Analis	:
Metode	: vickers	Paraf Peneyelia	:

Dimensi	:			
diameter	:	1.5	cm	
jari-jari	:	0.75	cm	
Luas Bidang indektor (A)	:	1.77	cm ²	

	Satuan	Simplo	Duplo
Luas Bidang Tekan (A)	cm ²	1.77	
Beban Tekan (B)	Kgf	0	
Kuat Tekan (B/A)	Kgf/cm ²	300	
Rata-rata	Kgf/cm ²	-	
RPD = Hasil Pengukuran -Duplikat Pengukuran x 100 Rata-rata	%	-	

Makassar, 15 Agustus 2016
Penyelia Lab. Fisika dan Mekanik


 Aulia Winaldi

UNIVERSITAS ISLAM
 ALAUDDIN
 MAKASSAR

DATA HASIL PENGUJIAN

Contoh	: Keramik	Tanggal Analisa	: 15-Jul-16
No. Analisa	:	Tanggal Selesai	: 15-Jul-16
Pengujian	: kekerasan	Paraf Analis	:
Metode	: vickers	Paraf Peneyelia	:

Dimensi	:				
diameter	:		1.5	cm	
jari-jari	:		0.75	cm	
Luas Bidang indektor (A)	:				
	:		1.77	cm ²	

	Satuan	Simplo	Duplo
Luas Bidang Tekan (A)	cm ²	1.77	
Beban Tekan (B)	Kgf	0	
Kuat Tekan (B/A)	Kgf/cm ²	180	
Rata-rata	Kgf/cm ²	-	
RPD = Hasil Pengukuran -Duplikat Pengukuran x 100	%	-	
Rata-rata			

Makassar, 15 Agustus 2016
Penyelia Lab. Fisika dan Mekanik

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

Aulia Winaldi

DATA HASIL PENGUJIAN

Contoh	: Keramik	Tanggal Analisa	: 15-Jul-16
No. Analisa	:	Tanggal Selesai	: 15-Jul-16
Pengujian	: kekerasan	Paraf Analis	:
Metode	: vickers	Paraf Peneyelia	:

Dimensi	:				
diameter	:		1.5	cm	
jari-jari	:		0.75	cm	
Luas Bidang indektor (A)	:				
	:		1.77	cm ²	

	Satuan	Simplo	Duplo
Luas Bidang Tekan (A)	cm ²	1.77	
Beban Tekan (B)	Kgf	0	
Kuat Tekan (B/A)	Kgf/cm ²	240	
Rata-rata	Kgf/cm ²	-	
RPD = Hasil Pengukuran -Duplikat Pengukuran x 100	%	-	
Rata-rata			

Makassar, 15 Agustus 2016
Penyaha Lab. Fisika dan Mekanik

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

Aulia Winaldi

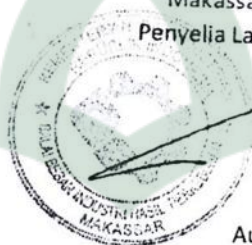
DATA HASIL PENGUJIAN

Contoh	: Keramik	Tanggal Analisa	: 15-Jul-16
No. Analisa	:	Tanggal Selesai	: 15-Jul-16
Pengujian	: kekerasan	Paraf Analis	:
Metode	: vickers	Paraf Peneyelia	:

Dimensi	:			
diameter	:			
jari-jari	:	1.5	cm	
Luas Bidang indektor (A)	:	0.75	cm	
	:			
	:	1.77	cm ²	

	Satuan	Simplo	Duplo
Luas Bidang Tekan (A)	cm ²	1.77	
Beban Tekan (B)	Kgf	0	
Kuat Tekan (B/A)	Kgf/cm ²	190	
Rata-rata	Kgf/cm ²	-	
RPD = Hasil Pengukuran -Duplikat Pengukuran x 100	%	-	
Rata-rata			

Makassar, 15 Agustus 2016
Penyelia Lab. Fisika dan Mekanik



Aulia Winaldi

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

DATA HASIL PENGUJIAN

Contoh	: Keramik	Tanggal Analisa	: 15-Jul-16
No. Analisa	:	Tanggal Selesai	: 15-Jul-16
Pengujian	: kekerasan	Paraf Analis	:
Metode	: vickers	Paraf Peneyelia	:

Dimensi	:				
diameter	:				
jari-jari	:		1.5	cm	
Luas Bidang indektor (A)	:		0.75	cm	
	:				
	:		1.77	cm ²	

	Satuan	Simplo	Duplo
Luas Bidang Tekan (A)	cm ²	1.77	
Beban Tekan (B)	Kgf	0	
Kuat Tekan (B/A)	Kgf/cm ²	200	
Rata-rata	Kgf/cm ²	-	
RPD = Hasil Pengukuran -Duplikat Pengukuran x 100	%	-	
Rata-rata			

Makassar, 15 Agustus 2016
Penyelia Lab. Fisika dan Mekanik


 Aulia Winaldi

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 MAKASSAR



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

RIWAYAT HIDUP



Bahtiar, di lahirkan di Baliara kabupaten Bomabana menjelang fajar pada tanggal 15 Juli 1992. Anak kelia dari tujuh bersaudara, hasil buah kasih dari pasangan muharram dan Hadewan. Pendidikan formal dimulai dari Sekolah Dasar negeri Lebota selesai pada tahun 2006. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di sekolah menengah pertama SMP Negeri 2 Kabaena Kab. Bombana selesai pada tahun 2009. Setelah selesai belajar di SMP, penulis melanjutkan pendidikan di sekolah menengah atas SMA Negeri 1 Kabaena selesai pada tahun 2012. Kemudian pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar ke jenjang S1 pada Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi sampai saat biografi ini ditulis.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R